

CO TEĎ A CO POTOM?

Šťastný a veselý! Skoro se hanbíme, že se ozýváme tak trochu opožděně, ale dřív to opravdu nešlo. Na mnohá přání, vyslovená v mezidobí od roku 1957 do dneška, aby dále vycházela periodická publikace, která by přinášela ucelené, co možná vyčerpávající návodové články na konstrukce elektronických zařízení, jsme museli s odpovědí počkat na papír. Ano, na papír, který na horách neroste a v dolinách ho nesejů a tudíž se musí vyrobit, vyrobit tolik tun, aby se ho dostalo na všechny publikace, o něž by byl zájem. Toto úskalí je tedy šťastně za námi a tak dostáváme do ruky první číslo Radiového konstruktéra, který – ač za jiných okolností vzniklý a přicházející do jiných podmínek konstruktérské práce – hodlá navazovat na dobré zkušenosti s bývalým Radiovým konstruktérem Svazarmu z let 1955–1957. I tento nový Radiový konstruktér bude postupně probírat co nejširě – a hlavně tak, aby to mohlo využít k praktické činnosti co nejvíce čtenářů – zajímavá témata, o nichž se dá předpokládat v době publikování nebo v blízké budoucnosti široký zájem.

Radiový konstruktér nebude v této podobě paralelou existujících již časopisů z oboru. Přehlédneme dnešní stav. Tak Slaboproudý obzor je časopisem teoretickým a nadto zabírajícím se tematikou, která se často ani nekryje se zájmy radioamatérů a možnostmi jejich experimentování. Sdělovací technika má za úkol věnovat se problémům průmyslové výroby sdělovacích zařízení v závodech spadajících do rezortu ministerstva všeobecného strojírenství. Oba tyto časopisy jsou

vhodným pramenem informací i pro amatérského elektronika, pomáhají ho udržovat „v kursu věcí“. Amatérské radio je pak časopisem amatérů; jenže dnes už není pojem „radioamatér“ tak jednoznačný, jako tomu bývalo někdy v dvacátých a třicátých letech. I v amatérské činnosti došlo k diferenciaci do různých odborností a také jak by ne – ukažte mi polyhistora, který by se současně zabýval přijímači malými a velkými; rozhlasovými a komunikačními, AM, FM a SSB; vysílači zase AM, FM, SSB, CW a pro rozsah KV a VKV; zařízeními pro přenos dálkopisného signálu; televizory; zesilovači pro gramofon, pro kytaru a pro stereo; přijímači pro hon na lišku a přístroji pro vybavení fotoamatéra; ukažte mi univerzálního muže – vášnivého provozáře, ostříleného DX-mana a stejně vášnivého technika, který všechno volný čas prostaví, ale nevysílá aniž hraje. Jenže v této šíři musí prozatím Amatérské radio vyhovět všem čtenářům na 32 stranách měsíčně a přitom uspokojovat i náročné ostřílené techniky, kteří touží růst s možnostmi, které jim poskytuje současný světový stav – i skoro ještě děti, které při stavbě krystalky zapomenu oškrábat z drátu lakovou izolaci, ale stejně vášnivě se snaží získat ve svém časopise radu a porozumění pro své touhy a možnosti. Amatérské radio musí vyhovět jak amatérům z řad profesionálů, kteří mají přístup k moderním součástem a moderním měřicím přístrojům, tak amatérům „amatérským“ ze zapadlejších míst, kde je problém si vypůjčit Avomet a získat třeba obyčejné běžné

magnetické relátko. Při takové šíři není možné jinak, než otiskovat příspěvky k řešení některých problémů. Soustavné, hlubší informace o některých vybraných problémech může dnes předkládat jen publikace typu Radiového konstruktéra. Jak to podle představ redakce a redakční rady má vypadat, ukazuje již toto první číslo. Tyto představy byly značně ovlivněny přáními čtenářů, která nám docházela v uplynulých letech a byla pečlivě uschována na dobu, kdy se podaří Konstruktéra oživit.

Letos má vyjít celkem 6 čísel. Redakce má v úmyslu naplnit je asi těmito tématy: Zesilovače pro hudební nástroje, Měření a měřicí přístroje v radioamatérově praxi, Elektronika v automobilu, Kybernetické hračky a Vysílače a přijímače pro dálkové ovládání modelů. To vše jsou témata aktuální a jak se ukázalo, má souhrn informací v jednom sešitě cenu nejen pro okamžitou potřebu, ale i dlouhodobě, zvláště když zatím není vyhlídka na vydání obsáhlého kompendia á la Amatérská radiotechnika I. a II. tlustý díl. Plán obsahu ročníku 1966 nebyl ještě

sestaven v definitivní podobě. Proto v minulém roce uspořádalo Amatérské radio akci mezi svými čtenáři s cílem získat obraz o zájmu našich čtenářů a jejich přáních co do obsahu našeho nového časopisu Radiový konstruktér. Z mnoha odpovědí jsme vybrali ty nejpodnětnější a jejich autory odměňujeme knihou. Jejich dopisy použijeme i ke zlepšení obsahu Amatérského radia a věříme, že jim v brzké době budeme moci vyhovět. Jsou to tito naši čtenáři: O. Grygar, Kladno, L. Bouček, Praha 1, J. Svatoň, Slapy, Š. Adamec, Lučenec, Č. Goral, Bystřice, inž. M. Kubán, Nová Dubnica, L. Bakeš, Bratislava.

Redakce bude vděčna i nadále za každé upozornění a každý názor, jak by měl nový časopis vypadat, aby vyhovoval co nejvíce právě Vám, vážený čtenáři, jak vzhledem k Vaším plánům na nejbližší dobu, tak vzhledem k plánům i do budoucna. A zajímají ji nejvíce názory mladých, neboť jim, tedy budoucím našim technikům, patří budoucnost a jim je dnes nejvíce zapotřebí pomoci v prvních – často neumělých – krůčcích k dokonalosti.

NEJMENŠÍ AMATÉRSKÝ TRANZISTOROVÝ PŘIJÍMAČ NA SVĚTĚ

Inž. Jan Mach

Vývoj tranzistorových přijímačů je v současné době rozdělen do dvou směrů. První z nich jsou přijímače přenosné, stolní a kabelkové, užívané převážně do auta, na chatu nebo jako druhý přijímač v domácnosti. Do druhé skupiny patří přijímače kapesní, jejichž hlavním parametrem je malý rozměr. Na citlivost, selektivitu a akustický výkon nejsou kladeny již tak velké nároky, protože jsou určeny především k příjmu místních stanic pro jednu nebo dvě osoby. Nevýhodou těchto přijímačů, obvykle superhetů, je málo jakostní přednes, velký počet součástek, značná složitost, náročnost při výrobě a v neposlední řadě i cena. Proto snahou mnoha zahraničních firem

je omezit počet součástí na minimum a tyto pak umístit do co nejmenšího prostoru. K tomuto přispívá i miniaturizace součástí.

Typickým příkladem takového přijímače je Micro-Six anglické firmy Sinclair Radionics, který pro své rozměry (45 × 33 × 12,5 mm) je označován v současné době za nejmenší na světě. V přijímači jsou použity tři mikroslitinové tranzistory v reflexním zapojení, a dále speciální mikrominiaturní součástky používané pro družice. K dosažení malých rozměrů přispělo i to, že málo kvalitní reproduktor byl vynechán a nahrazen mnohem jakostnějším krystalovým sluchátkem.

Toto provedení má v současné době,

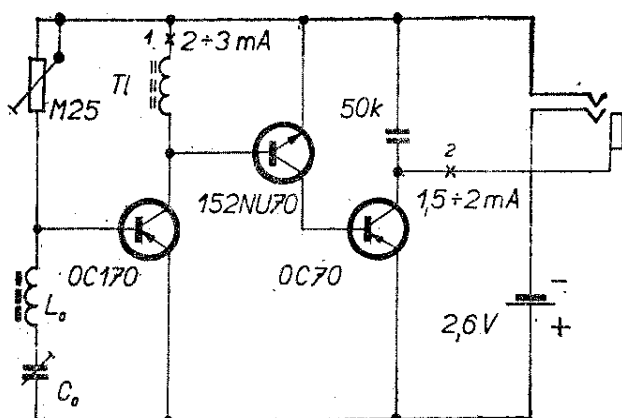
vyznačující se nadměrně vysokou hlukovou hladinou neocenitelnou výhodou, začínající nabývat velkého významu tím, že poslech přijímače neruší ani nejbližší okolí.

S přihlédnutím ke všem těmto aspektům (malé rozměry, nízká výrobní cena, jakostní přednes, individuální poslech) pokusil jsem se o zhotovení přijímače obdobných rozměrů jako Micro-Six, ale s použitím běžných součástí. Dosavadní přijímače, publikované v našich časopisech, převážně reflexní, dosahovaly obvykle velikosti krabičky s dvaceti cigaretami a to jen v případě, že byly používány v blízkosti vysílače. Další zmenšování těch větších přijímačů, tzv. kapesních, nebylo dosti dobře možné, protože reflexní zapojení samo o sobě je dosti složité a obsahuje značný počet obvodových prvků.

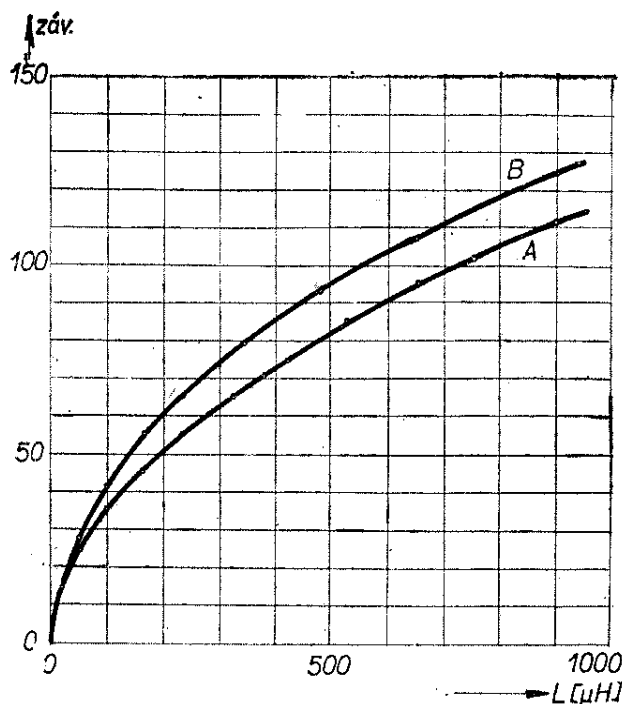
Rozhodl jsem se proto pro přijímač přímo zesilující s minimálním množstvím součástí, jenž by dal nejmeně stejný výkon jako přijímač reflexní. (Obdoba zapojení je uvedena v sovětské publikaci Massovaja radiobiblioteka, B. E. Zotov, r. 1961.) Ke zmenšení rozměrů přispělo i to, že přijímač je naladěn na jedinou stanici, a tak odpadl i rozměrný ladící kondenzátor.

Zapojení

V přijímači podle obr. 1 pracuje první tranzistor T_1 (0C170) jako vysokofrekvenční zesilovač se společným emitorem, v jehož bázi je zapojen kmitavý obvod.



Obr. 1. Schéma zapojení miniaturního přijímače

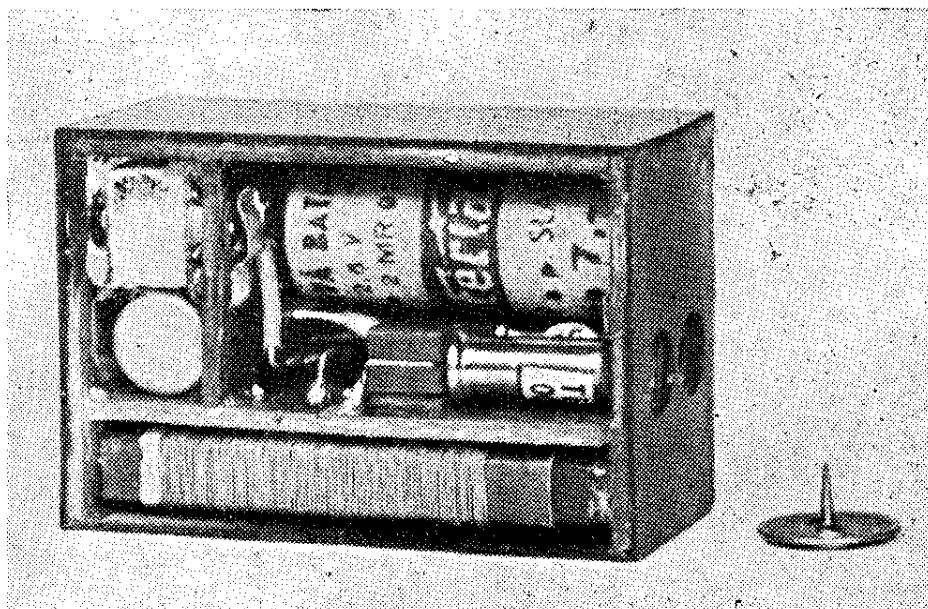


Obr. 2. Závislost indukčnosti cívky feritové antény na počtu závitů. Cívka je vinuta v lankem. Křivka A platí pro feritový trámeček $83 \times 16 \times 6$ mm, křivka B pro $40 \times 16 \times 6$ mm

Vf signál, odebíraný z tlumivky v kolektorovém obvodu, je detekován přímo vázaným tranzistorem T_2 (152NU70) na přechodu báze emitor (čímž odpadá detekční dioda) a detekovaný signál je současně zesilován. Kolektor T_2 je propojen sází tranzistoru T_3 (0C70), jenž pracuje jako nízkofrekvenční zesilovač se společným emitorem, v jehož kolektoru je zapojeno krystalové sluchátko, užívané v přístrojích pro nedoslýchavé nebo v přijímači Doris.

Jak přijímač pracuje

Ve vstupním obvodu tranzistoru T_1 je sériový rezonanční obvod, laděný na kmitočet 638 kHz. Cívka L_0 je navinuta na plochý feritový trámeček, rozdělený na polovinu. Počet závitů pro danou indukčnost lze odečíst z grafu na obr. 2. Vhodnou kapacitu C_0 pak lze pro daný kmitočet (638 kHz) snadno vypočítat. Navázání tohoto obvodu na tranzistor T_1 se blíží optimální hodnotě, a proto nebylo nutné provádět vazbu pomocí zvláštního



Obr. 3. Pohled na konstrukční uspořádání přijímače zezadu

vazebního vinutí, jak je obvykle uváděno.

Pracovní bod tranzistoru T_1 a tím i dalších tranzistorů se nastaví odporem $250\text{ k}\Omega$ (nejprve proměnným) tak, aby v kolektorovém obvodu tranzistoru T_1 (bod 1) tekla proud $I_k = 2 \div 3\text{ mA}$, při kterém zesilovací činitel h_{21e} blíží se maximální hodnotě. Tímto dosáhneme i zvýšení poměru signál-šum na výstupu přijímače. Na velikost tohoto poměru i na nastavení pracovního bodu tranzistorů T_2 a T_3 má nemalý vliv i velikost tlumivky TL , hlavně tedy její ohmický odpor. Snažíme se, aby tento byl co nejmenší. Optimální hodnotu velikosti této tlumivky je tedy nutno nastavit. Toto provedeme tak, že na feritové nebo hrníčkové jádro (užívané pro mezifrekvence) navijeme 200 závitů drátu $\varnothing 0,1 \div 0,15\text{ mm}$ s odbočkami na 100., 120., 140., 160. a 180. závitů. Nejvhodnější odbočku zjistíme poslechem ve sluchátku. Tranzistor T_2 je nutno vybrat takový, který má velký poměr h_{21e}/I_{k0} . Tento vztah do značné míry určuje poměr signálu ke stejnosměrnému proudu na výstupu. Je proto vhodné volit tranzistor s h_{21e} větší než 100, který má I_{k0} menší než $10\text{ }\mu\text{A}$. (S úspěchem byly vyzkoušeny tranzistory 152NU70, 154NU70, 155NU70). Na tranzistor T_3 nejsou kladeny žádné zvláštní nároky a hodí se sem každý dobrý nízkofrekvenční *pnp* tranzistor. Vysoké kmitočty jsou filtrovány kondenzátorem, který má nej-

vhodnější velikost kolem 50 nF . Celkový odběr přijímače nepřekročí hodnotu 6 mA .

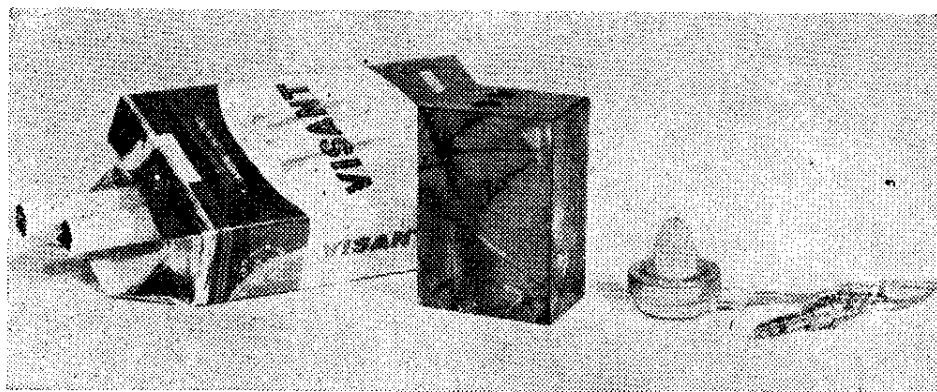
Pro napájení byl zvolen rtuťový článek ($2,6\text{ V}$, 40 mA max.), užívaný v přístrojích pro nedoslýchavé. Zapínání a vypínání přístroje je provedeno zasunutím nebo vytáhnutím sluchátkové zástrčky z přijímače pomocí zvláštní zásuvky, pro tento účel vyrobené.

Mechanické provedení

Vzorek, uvedený na obr. 3, byl proveden metodou plošných spojů, jež zároveň tvořily šasi přijímače. Není vhodné použít plošných spojů systému dělicích čar, jelikož velká kovová plocha v blízkosti feritové antény značně snižuje její jakost a tím i výkon celého přijímače. Plošných spojů v blízkosti antény bylo použito co nejméně a tyto byly ještě velmi tenké. Z tohoto důvodu byl i napájecí článek dán od antény co nejdále. Spojení jednotlivých dílů šasi bylo provedeno spájením. Upevnění feritové antény, vysokofrekvenční tlumivky a konektoru sluchátka bylo provedeno epoxydovou pryskyřicí. Provedení na plošných spojích není však nutné. Stejně dobře, ne-li lépe se osvědčí i klasické propojení pomocí vodičů na šasi z vhodné umělé hmoty.

Nutno však říci, že mechanické uspořádání závisí v první řadě na vtipnosti a možnostech amatéra. Stejně tak vnější

Obr. 4. Celkový pohled na přijímač ve srovnání s krabičkou dvacítky cigaret



vzhledová úprava záleží na individuálním vkusu. Na uvedeném přijímači bylo použito perleťové hmoty, přilepené rovněž epoxydovou pryskyřicí přímo na destičky plošných spojů. Vrchní stěna je snímatelná, připevněná na několika místech šroubky.

Pro ty, jež nemají možnost sehnat konektor na sluchátko, což se stalo i mně, uvádím, že velice dobře poslouží i poloviny dvou patentů, snadno upravené tak, aby jimi mohl být konektor prostrčen.

Tyto jsou pak připájeny k plošným spojům, lze je také zalít do dentacrylu.

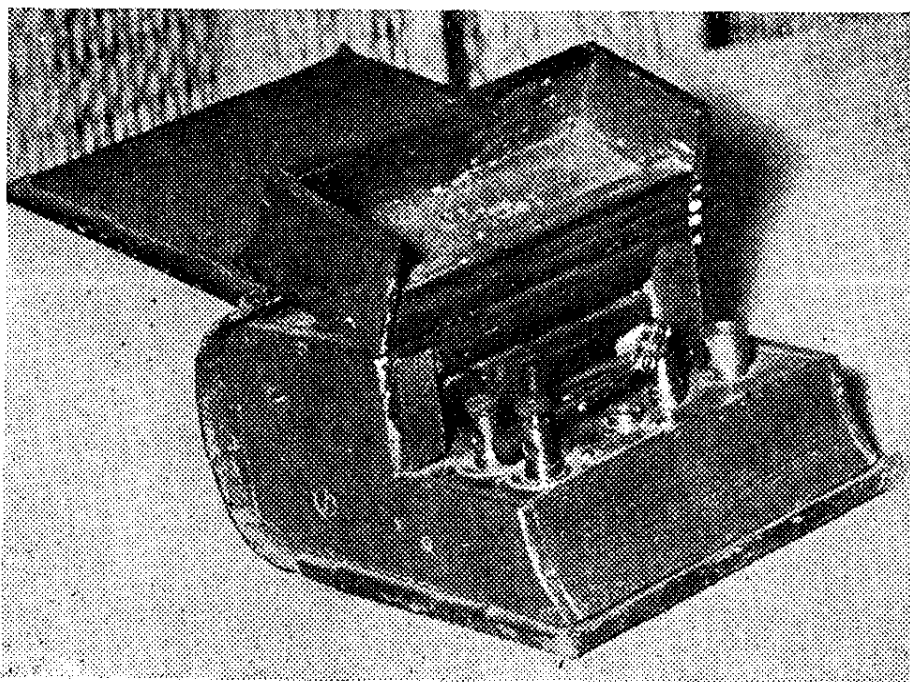
Na závěr dlužno poznamenat, že přijímač takto zhotovený, podařilo se umístit do prostoru o rozměrech $46 \times 32 \times 21$ mm. To znamená menších, než je velikost krabičky od zápalek a jen nepatrně větší než v úvodu popisovaný výrobek anglické firmy. Přijímač byl vyzkoušen na několika místech republiky a to i v oblasti slabšího pole (na několika místech v Krkonoších) a všude byla hlasitost plně dostačující.

Z BOHATÝRSKÝCH DOB

Tento přijímač pochází z kamenné doby radiotechniky, kdy u nás byl úředně zaká-

zán nejen provoz s amatérskými vysílacími stanicemi, ale i s přijímači. Krystalka v té

době představovala asi tak nejvýše dosažitelné maximum. Vyobrazený přijímač je utajen v krabici ve tvaru knihy a představuje miniaturní konstrukci na svoji dobu jistě zajímavou. Že by inž. F. Štěpánek vytvořil svého času pra-předchůdce dnešních kapesních tranzistoráček?



TRANZISTOROVÉ PŘIJÍMAČE

Inž. J. Tomáš Hyan

Tranzistorové přijímače stále přitahují mladé a staré. Avšak ne každý se spokojí s tím, že si koupí hotový tovární výrobek naší či zahraniční produkce. Mnohdy zatouží pořídit si „něco malého a hravějšího“ vlastní zručností. V takovém případě – není-li amatérem – shání se nejprve po nějakém vhodném návodu, probírá se listy Amatérského radia či Sdělovací techniky a hledá radu u zkušenějších přátel a známých. Bohužel ne vždy dopadne stavba úspěšně. Ty méně zkušené většinou neúspěch odradí. Vinu na tom nenese autor ani návod (někdy až příliš stručný), ale nedostatek zkušeností začínajícího amatéra-konstruktéra a přílišné přeceňování sama sebe. Vždyť každý musí v kterémkoliv oboru začínat od „píky“ a jinak je tomu i u stavby tranzistorového přijímače. Proto amatér, který teprve sbírá zkušenosti, nemá se pouštět do stavby náročných a složitějších přístrojů, ale začít krůček po krůčku od toho nejjednoduššího k složitějšímu. Jedině tak se naučí rozumět všem těm schémátům různých více či méně složitých přijímačů, poznávat jakou funkci zastávají určité součástky apod. Redakce časopisu Amatérské radio by mohla posloužit dopisy mnoha čtenářů – začínajících amatérů (a to bez rozdílu věku) – z jejichž dotazů vyplývá, jak často se podceňují pokyny autorů, či jak ledabyly bývá čtení návodu, obsahující právě odpověď na jejich dotaz.

Možná, že mi teď někdo namítne, že tedy by měly být návody dokonalejší, aby se daly „beze zbytku“ okopírovat. Na tom sice něco je, avšak slepé kopírování brzdí tvůrčí schopnosti napodobitele a nedává možnost přizpůsobit konstrukci vlastním koncepčním požadavkům, popřípadě i součástkám, jež jsou k dispozici.

V dalších statích tedy přinášíme popisy tranzistorových přijímačů, a to od tzv. krystalky až po sedmitranzistorový jakostní superhet, jenž je zpracován velmi podrobně včetně předlohy plošných spojů.

Tranzistorové přijímače po svém vzniku nahrazovaly a postupně nahradily bateriové elektronkové přenosné přijímače. Z důvodu snadné přenosnosti byla jejich koncepce vedena směrem k dosažení co nejmenších rozměrů a z toho vyplývající minimální váhy. Tak se shledáváme s konstrukcemi miniaturních „trpasličích“ přijímačů, jejich reprodukce vlivem použití malých reproduktorků je nevalná. Takový přijímač však nemůže náročného posluchače uspokojit a slouží mu tudíž jen jako doplňkový pro poslech některých pořadů, jež se těší jeho zvláštnímu zájmu (např. fotbalová či hokejová utkání, která nemůže sledovat ve svém příbytku nebo na hřišti apod.), kde méně jakostní reprodukce není na závadu srozumitelnosti. Naproti tomu konstrukce takovýchto přijímačů je složitější, neboť je nutno dobře hospodařit s místem, používat miniaturních součástí a uvážene vést jednotlivé spoje, aby se zamezilo vzniku nežádoucích vazeb. Proto začínající amatér má stavět přístroje, kde rozhodující dominantou nejsou rozměry hotového výrobku – nejlépe tedy aspoň v kabelkové formě. Tuto tendenci také pochopila většina výrobců, která dává na trh mimo přežívajících „trpaslíků“ nyní ve větším zastoupení kabelkové přijímače, jejichž větší reproduktor aspoň z části zaručuje lepší přednes. Většími rozměry je dáno i lepší vyřešení otázky životnosti napájecích zdrojů (galvanických baterií proti nevyhovujícím destičkovým miniaturním typům).

Tranzistorizace se však nezastavila jen u bateriových přijímačů. Jak ukazuje vývoj, tranzistorizace postupně přechází na elektronkové „stolní“ přijímače, dotýká se televizorů a v neposlední řadě i magnetofonů a i jiných speciálních přístrojů.

Nás však u přijímačů budou hlavně zajímat parametry, jejichž pomocí můžeme ohodnotit ten který přijímač a tak si učinit správný obrázek o jeho vlastnostech. Jsou to: vysokofrekvenční (vf)

citlivost (udává se v mV/m nebo $\mu\text{V/m}$), nízkofrekvenční (nf) citlivost (udává se v μA nebo mV pro vztažný výkon koncového stupně 50 mW, popřípadě 5 mW, nebo maximální výkon) a dále zkreslení a maximální výkon. (Pochopitelně je ještě celá řada dalších parametrů, ty však jsou již méně běžné a nesnadněji měřitelné. Pohříchu však musíme konstatovat,

že se bohužel nestalo zvykem udávat výše uvedené parametry ani u výrobků našeho průmyslu, zatímco u zahraničních výrobců je to samozřejmé.)

Abychom si učinili aspoň nějakou představu o velikostech těchto parametrů, uvedeme některá data o našich přijímačích:

Typ	Vf citlivost	Zkreslení (při max. výkonu)	Max. nf výkon	Nf citl.
T 58	1 mV/m (pro nf výkon 5 mW)	10 %	100 mW	2 μA
T 60, T 60A (Doris)	1 mV/m (pro nf výkon 5 mW)	10 %	70 mW	2 μA
T 61A	370 $\mu\text{V/m}$ – na středovlnném rozsahu 190 $\mu\text{V/m}$ – KV I 145 $\mu\text{V/m}$ – KV II	10 %	250 mW	1,5 μA

Jak patrně, vf citlivost dobrého tranzistorového přijímače se má pohybovat kolem 0,5 mV/m, max. nf výkon asi 0,25 W. Pouze u zkreslení se doporučuje nepřekročit 4 %, má-li reprodukce být příjemná. (O tom, že to skutečně jde, svědčí návodová konstrukce přijímače v druhé části této brožury, kde zkreslení nepřekročí v akustickém pásmu 3 %).

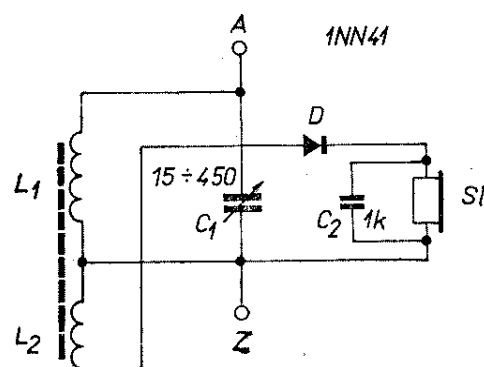
Pokud se týká měření, odkazují zájemce na práci [1] a [2], kde je uveden jejich popis.

I. Přijímače s přímým zesílením

I.1 Krystalka

Ten opravdu nejjednodušší přijímač je stará známá krystalka, jejíž zapojení máme nakresleno na obr. 1. Skládá se

z kmitavého obvodu tvořeného cívkou L_1 a kondenzátorem C_1 , detekční diody D a sluchátek Sl . Cívka L_1 je středovlnné provedení na feritové anténě (např. Jiskra JFA1 či JFA2), ladící kondenzátor se vzdušným nebo pevným dielektrikem o kapacitě 15 až 450 pF (Jiskra Pardu-



Obr. 1. Krystalka – přijímač s germaniovou diodou

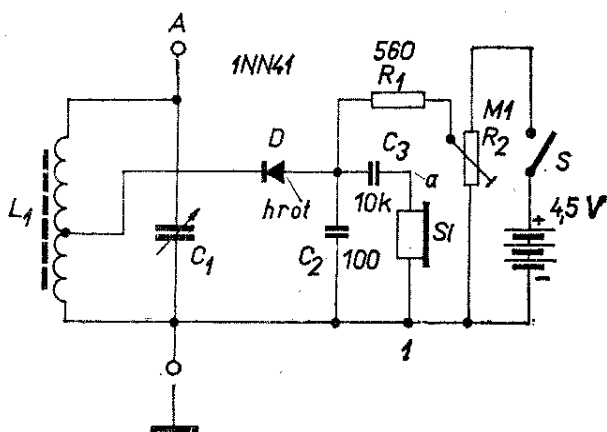
bice). Proměnným kondenzátorem C_1 se vyladují místní vysílače. Dioda D (typ 1NN41) je připojena na samostatné vazební vinutí L_2 . (Někdy bývá dioda připojena na odbočku cívky L_1 , čímž může cívka L_2 odpadnout.) Připojení diody na vazební cívku (nebo na odbočku) je nutné pro dosažení dostatečné selektivity – tj. odladivosti. (Při připojení diody na horní – anténní konec cívky L_1 by byla tato malým odporem diody v propustném směru příliš tlumena, což by se projevilo výskytem místní silné stanice na téměř celém rozsahu středních vln, tj. malou selektivitou. Totéž platí pro dlouhou venkovní anténu, kterou je třeba též připojovat na odbočku!)

Sluchátka jsou běžného provedení, o vnitřním odporu asi 2000 až 4000 Ω . Paralelně ke sluchátkům je připojen kondenzátor C_2 , který slouží k odfiltrování vř zbytku signálu po detekci.

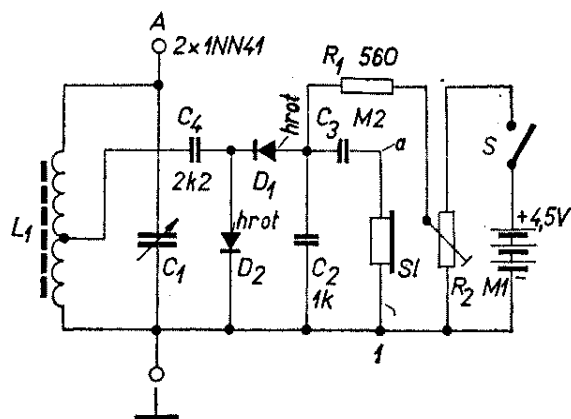
Krystalka v uvedeném zapojení má však jednu nectnost. Nedetekuje totiž spolehlivě signály slabších či vzdálenějších vysílačů, a to vlivem nevhodně zakřivené charakteristiky detekční diody. Tuto nevýhodu však můžeme odstranit tím, že přivedeme na diodu napětí vhodné velikosti a polarity, čímž posuneme její pracovní bod. Pak využíváme jiné části charakteristiky (v lineárnější oblasti jejího zakřivení), takže dioda je schopna detekovat i slabší signály. Zapojení na obr. 2 zachycuje uspořádání součástí pro tento případ. Mimo plochou baterii, z níž

odebíráme polarizační napětí pro nastavení pracovního bodu diody, setkáváme se ve schématu s regulačním potenciometrovým trimrem R_2 , ochranným odporem R_1 a vazebním kondenzátorem C_3 . Ochranný odpor R_1 brání zničení diody příliš velkým proudem při vytočení běžce potenciometrového trimru k hornímu (kladnému) konci. Dioda je zapojena v propustném směru. (U typu 1NN41 je katoda vyznačena na skleněném krytu bílým proužkem). Podobně vazební kondenzátor C_3 brání průchodu stejnosměrného předpětí přes sluchátka na zem, přičemž však neklade překážku demodulované (tj. detekované) nf složce.

Při uvádění tohoto typu krystalky do chodu vytočíme běžec potenciometrového trimru téměř na zem (tj. k uzemněnému konci) a pak zapneme spínač S . Při připojení venkovní antény a uzemnění se snažíme vyladit nějaký místní vysílač, což se nám podaří celkem bez obtíží. Dalším krokem je nastavení běžce trimru R_2 tak, aby polarizační napětí diody bylo nejvhodnější (asi 0,2 V – vyhledáme zkusmo). Je zajímavé zjišťovat, jak znamenitě vzroste hlasitost slabších stanic (zachycených večer) při protáčení běžce trimru. V tom místě, kde hlasitost bude největší, bude zřejmě odpovídat polarizační napětí správnému nastavení pracovního bodu diody. Zbývá jen upozornit na správné zapojení diody, která je polarizována vzhledem k polarizačnímu napětí v propustném směru.



Obr. 2. Krystalka s předpětím, L_1 – 75 záv. Ličnou $20 \times 0,05$ CuLH, odbočka na 10. záv. od zemního konce



Obr. 3. Krystalka s předpětím a dvoucestným detektorem

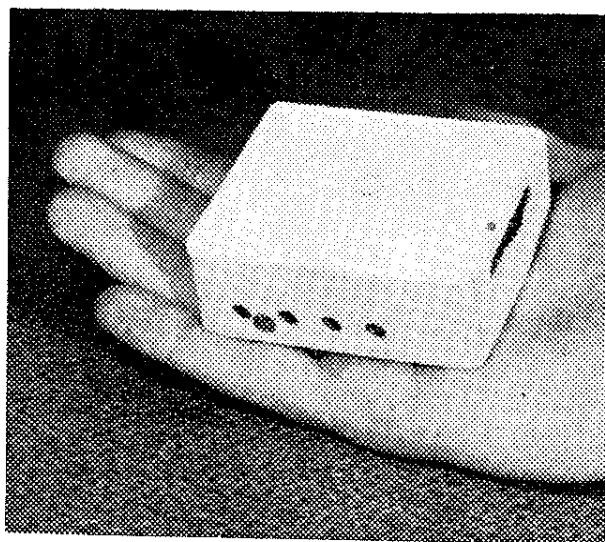
Ve zlepšování vlastností diodového detektoru však můžeme ještě pokračovat. Doposud při detekci bylo totiž využíváno pouze jedné poloviny vysokofrekvenčního napětí, zatímco druhá byla prostě potlačena. Při boji o každou trošku energie dodávané anténou se vyplatí použít dvoucestné detekce. Na následujícím obr. 3 je nakresleno zapojení krystalky s takovým detektorem. Jak je patrné, sestává z dvojice diod, čímž je dosaženo vyšší účinnosti detektoru. Navíc je zde další kondenzátor C_1 , jenž má vazební funkci z hlediska střídavého signálu a oddělovací z hlediska stejnosměrného signálu. Bez něj by totiž dostávala předpětí pouze dioda D_1 , kdežto druhá dioda D_2 by byla přemostěna vinutím cívky L_1 a pracovala by tedy v nulovém bodě (s malou citlivostí).

Po sestavení přijímače při uvádění do chodu je nutno, aby běžec potenciometrového trimru se nacházel poněkud výše nad uzemněným koncem. Jinak by totiž přijímač nehrál ani při správně vyladěné stanici, neboť detekovaný nf signál by procházel cestou nejmenšího odporu (přes odpor R_1) do země a do sluchátek, tj. elektroakustického měniče, by se dostala jen jeho nepatrná část. Na obr. 4 je ukázka krystalového přijímače, zapojeného podle schématu na obr. 1.

1.2 Krystalky s nf zesilovačem

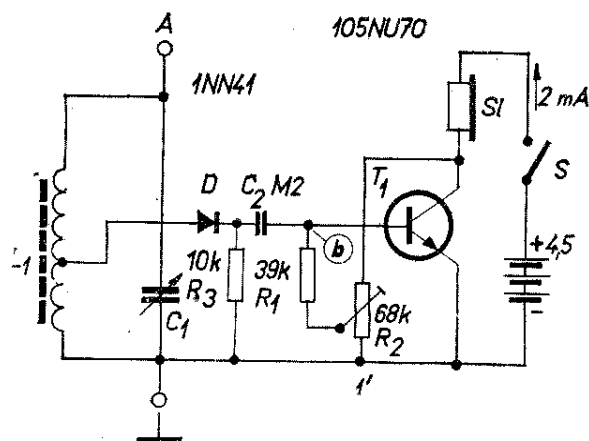
Jak hlasitost, tak i vf citlivost samotných krystalových přijímačů není valná. K tomu navíc přistupuje nutnost použití venkovní antény popř. uzemnění, chceme-li dosáhnout uspokojivého příjmu. (Popis krystalových přijímačů jsme uvedli z hlediska úplnosti a pro názornou ukázkou použití předpětí diod, s čímž se ještě setkáme u superhetů). Z toho důvodu mnohý, jenž na stavbě té které krystalky učiní „první kroky“ do světa polovodičů, bude pokračovat dále. Toto byl také jeden z důvodů, proč jsme již v prvních zapojeních sáhli po feritové anténě, jejíž dobré vlastnosti se uplatní teprve u přijímačů vyššího stupně.

Chceme-li tedy dosáhnout větší hlasitosti, přestavíme poněkud krystalový přijímač a připojíme za něj nf zesilovač. Příklad takovéto koncepce máme nakreslen



Obr. 4. Ukázka jednoduchého provedení krystalového přijímače kapesního formátu podle obr. 1

na obr. 5, kde se setkáme s naším prvním tranzistorem. Přijímač se skládá ze známého laditelného kmitavého obvodu $C_1 L_1$, detekční diody D , vazebního (oddělovacího) kondenzátoru C_2 a jednostupňového tranzistorového zesilovače. V jeho kolektorovém obvodu jsou zapojena sluchátka; z kolektoru je dále odvozeno předpětí báze tranzistoru prostřednictvím děliče R_2 (představuje jej potenciometrový trimr 68 kΩ), z jehož běžce je napájena báze přes ochranný odpor R_1 . Na místě T_1 můžeme použít jakéhokoli tranzistoru vodivostního typu npn (nebo pnp při změně polaritě baterie), a to např. 101 až 107NU70. (Odpor R_3 uza-



Obr. 5. Krystalka s jednostupňovým nf zesilovačem

vírá stejnosměrně obvod detekční diody, což je třeba pro správnou funkci).

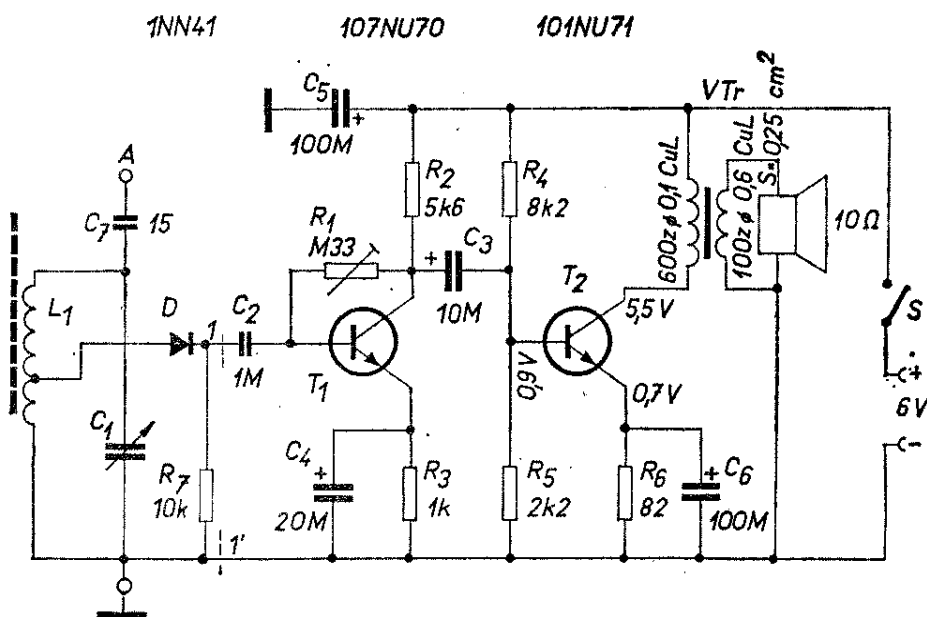
Nastavení pracovního bodu (tj. předpětí báze) vyhledáme zkusmo tak, že otáčením běžce R_2 hledáme takovou polohu, při níž reprodukce přijímaného pořadu místního vysílače není zkreslená. Běžcem otáčíme od uzemněného konce směrem „nahoru“ a zastavíme v té poloze, kde ani při maximální hlasitosti není znát zkreslení. Další vytáčení běžce není žádoucí, neboť bychom zbytečně zvětšovali proud protékající tranzistorem. (Zde je na místě měřit proud kolektoru – má být asi 1 mA). Upozorňuji, že při pájení tranzistoru do obvodu musí být vypnuta baterie.

Jak patrně, je jednostupňový zesilovač velmi jednoduchý, což dokazuje počet použitých součástí. Připojit jej můžeme (v nezměněné formě) i ke krystalkám s předpětím (obr. 2) či s dvoucestným detektorem (obr. 3) nebo jiným obměnám. (V tomto případě zapojení vypadá tak, že místo sluchátek krystalky – bod a – je připojen vstup zesilovače – bod b – přičemž zemnicí spoj je pochopitelně vzájemně propojen – bod 1 a 1').

Ve výše uvedených zapojeních jsme však (z důvodu malé citlivosti a nízkého výkonu jednostupňového zesilovače) používali pro sledování zachycených pořadů pouze sluchátek. Být obtížen sluchátky jistě není ideální řešení – a proto přejdeme k výkonějšímu elektroakustic-

kému měniči, tj. k reproduktoru. V tom případě však již nevystačíme s jednostupňovým nízkofrekvenčním zesilovačem a musíme proto sáhnout po zesilovači výkonnějším a citlivějším, jenž by vybudil reproduktor k dostatečnému akustickému výkonu. U malých tranzistorových přijímačů se často nízký vyzářený výkon pohybuje kolem 50 mW, což je velikost odpovídající tzv. pokojové hlasitosti. (Intenzita reprodukce při vyzářeném výkonu 50 mW postačuje pro srozumitelný přednes slova i hudby, nerušeného okolím – tj. hovorem apod.).

Na obr. 6 přinášíme zapojení krystalového přijímače, doplněného více-
stupňovým nízkofrekvenčním zesilovačem. Krystalka (může být kteréhokoli druhu) je v bodech 1 — 1' připojena v daném případě ke vstupu dvoustupňového zesilovače osazeného tranzistory T_1 (107NU70) a T_2 (101NU71). Detekovaný signál z krystalky prochází vazebním kondenzátorem C_2 na bázi prvního tranzistoru, kde je zesílen. Z pracovního odporu R_2 v kolektorovém obvodu T_1 postupuje signál přes vazební kondenzátor C_3 na bázi koncového tranzistoru T_2 , kde je dále zesílen. V kolektorovém obvodu tohoto tranzistoru je již zapojeno primární vinutí výstupního transformátoru, z jehož sekundárního vinutí přivádíme užitečný signál na kmitačku reproduktoru. Pracovní bod prvního tranzistoru je nastaven proměnným odporem R_1 (potenciometrový trimr 330 k Ω), jímž je zavedena zároveň slabá



Obr. 6. Krystalka s dvoustupňovým nízkofrekvenčním zesilovačem

$$10 \cdot \frac{1}{65} R_K$$

záporná zpětná vazba. Pracovní bod druhého – koncového tranzistoru – je dán poměrem odporů stabilizačního děliče R_4R_5 a jejich velikostmi. Ke stabilizaci dvoustupňového zesilovače dále přispívají emitorové odpory R_3 a R_6 , blokové kondenzátory C_4 a C_6 . (Blokovací kondenzátory, připojené paralelně k emitorovým odporům, zamezují vzniku proudové záporné vazby, jež by jinak snižovala celkový zisk. Můžeme se o tom přesvědčit jejich odpojením při vyladěné místní stanici). Kondenzátor C_5 brání vzniku kladné zpětné vazby při používání slabší (vybité) baterie. (Vybitím suché baterie se totiž zvětšuje její vnitřní odpor, který by jinak – bez kondenzátoru C_5 – stál v cestě střídavému nf signálu a způsoboval tak nežádoucí kladnou vazbou nepříjemné zkreslení. Proto volíme kapacitu tohoto kondenzátoru – pokud to rozměry přijímače dovolí – co největší, asi $100 \div 200 \mu\text{F}$). Anténu připojujeme k ladící cívce prostřednictvím kondenzátoru C_7 . Tento kondenzátor se nazývá „zkracovací“ a jeho účinek je takový, jako kdybychom anténu zkrátili – nebo připojili na odbočku cívky. Čím je totiž menší jeho kapacita, tím je i menší rozlaďovací účinek připojené venkovní dlouhé antény; selektivita je při malém kondenzátoru C_7 vyšší, avšak nakmitané vf napětí je menší a tím i celková hlasitost a vyzářený nf výkon menší. Je tedy volba velikosti kondenzátoru C_7 vždy kompromisem mezi požadovanou hlasitostí a dosahovanou selektivitou. Zpravidla se jeho kapacita pohybuje mezi $15 \div 100 \text{ pF}$.

U tohoto přijímače postrádáme samostatný regulátor hlasitosti. Není totiž nutný, neboť jak vf citlivost, tak i nf citlivost přijímače je malá a dostatečně hlasité reprodukce dosáhneme stejně jen při použití dostatečně dlouhé venkovní antény a uzemnění, a to ještě jen při příjmu místních stanic.

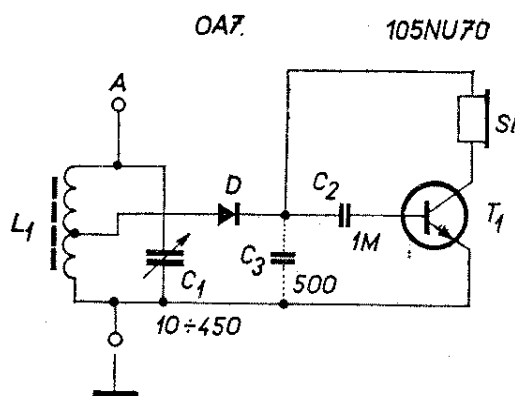
Přijímačů typu „krystalka s nf zesilovačem“ se v praxi zřídka používá. Jejich stavbu lze doporučit hlavně z důvodů cvičebních, neboť představují vývojově stupeň, přecházející samostatnému přijímači s přímým zesílením, tzv. audionu. Avšak v jednom případě se přece s nimi setkáme. Je to tehdy, máme-li zájem

o „širokopásmový“ a nezkreslený příjem pořadů místního vysílače, třeba pro nahrávací účely. V tom případě sáhneme po krystalce (běžného či speciálního zapojení), ze jejíž výstup připojujeme nikoliv běžný, ale jakostní zesilovač. Rezonanční křivka krystalového přijímače je totiž poměrně plochá (málo selektivní), takže po detekci získáme nf signál bez znatelného útlumu v okrajových částech zvukového spektra, tedy jakostní a bez kmotočtového zkreslení, navíc pak z důvodu malé vf citlivosti krystalky nerušený sousedními stanicemi.

Ve schématu na obr. 6 jsou mimo hodnot součástek uvedena i příslušná napětí. Jsou získána pomocí univerzálního měřicího přístroje Avomet II, jehož vnitřní odpor činí $50 \text{ k}\Omega/\text{V}$. Při měření jiným měřicím přístrojem např. Avometem I, jehož vnitřní odpor činí pouze $1 \text{ k}\Omega/\text{V}$, budou naměřeny v měřicích bodech hodnoty nižší, a to vlivem velké vnitřní spotřeby tohoto ne právě vhodného měřidla.

I.3 Přijímače bez zdrojů proudu

Zajímavé zapojení krystalového přijímače se zesilovačem je uvedeno na obr. 7. Lze jej použít jen v nejbližším okolí vysílače, neboť pro svůj provoz nemá vestavěn proudový zdroj. Napájení tranzistorů obstarává stejnosměrná složka, zbylá po detekci signálu. Tím je též zdůvodněno, proč lze přijímač používat jen v nejbližším okolí vysílače. Tam je totiž elektromagnetické pole nejsilnější a tudíž po



Obr. 7. Krystalový přijímač bez zdroje proudu

detekci největší napájecí napětí – řádu desítek mV. (Předpokladem je ovšem velmi dobrá a dlouhá venkovní anténa a řádné uzemnění.)

Zapojení vlastního krystalového přijímače je zcela obvyklé. Ladicí obvod je tvořen kondenzátorem C_1 a cívkou L_1 (např. cívka odladovače Tesla PN 05005). Dioda je připojena k odbočce této cívky, abychom dosáhli malého tlumení obvodu $L_1 C_1$. Dioda je zapojena tak, aby stejnosměrná složka proudu, napájecího kolektor tranzistoru, měla kladnou polaritu, tj. pro tranzistory typu npn hrotem (anodou) k odbočce a krystalem (kathodou) ke sluchátkům. Vazební kondenzátor C_2 odděluje stejnosměrně bázi od sluchátek. Pro jednoduchost nemá báze vlastní předpětový obvod. Kondenzátor C_3 (500 pF) svádí zbytky vf napětí po detekci k zemi.

Výsledky, dosažené tímto přijímačem jsou tím lepší, čím kvalitnější anténa je k dispozici. Přesto je však výkon odevzdávaný tranzistorem velmi malý.

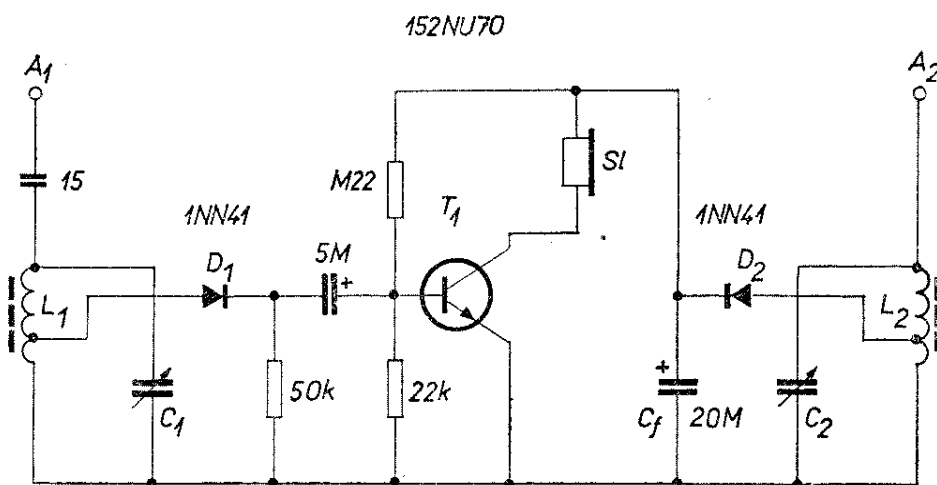
Na dalším obr. 8 přinášíme zapojení jiného tranzistorového přijímače, napájeného usměrněným vf napětím přijímaného místního vysílače. Na rozdíl od předešlého používá dvou antén a též dvou ladicích obvodů. Pak jej lze používat i pro příjem slabších stanic, zatímco napětí pro napájení tranzistoru je získáváno opět z usměrněné nosné vlny místního vysílače. Obvod $L_1 C_1$ se ladí na kmitočet přijímaného vysílače, vf signál je detekován diodou D_1 a nf signál se zesílí tranzistorem T_1 , k jehož kolektoru jsou připojena sluchátka. Z druhého ladicího obvodu

$L_2 C_2$, naladěného na kmitočet místní stanice, se odebírá po usměrnění diodou D_2 kolektorové napětí a předpětí báze. Pokud je anténa A_2 dostatečně výkonná a pole místního vysílače silné, je možno na filtračním kondenzátoru C_f získat napětí několika set mV, což již postačí pro poměrně hlasitý poslech na sluchátka. Cívky L_1 a L_2 jsou stejné, jako u předcházejícího schématu.

1.4 Audion — tranzistorový přijímač se zpětnou vazbou

Všechna zatím uvedená zapojení vyžadují pro svou činnost dobrou venkovní anténu a případně též uzemnění. To proto, že ztráty v jejich ladicím (kmitovém) obvodu jsou příliš velké a vf citlivost obvodu malá. Jinak je tomu ovšem v případě, že zavedeme kladnou zpětnou vazbu, která pomáhá tyto ztráty nahradit. Takové zapojení je na obr. 9, kde je schéma jednostupňového audionu (tj. přijímače bez detekční diody, u něhož detekce probíhá na dráze báze-emitor použitého vf tranzistoru) s řízenou zpětnou vazbou.

Jak je patrné, jde opět o velmi jednoduché zapojení. Ladicí obvod sestává z kondenzátoru C_1 a cívky L_1 . Anténa je připojena k její odbočce (asi v jedné desetině od dolního konce) pro dosažení dostatečné selektivity a potlačení nežádoucího rozladovacího účinku. Cívka L_2 – vazební – má jen několik závitů (5 až 10) a jejím úkolem je transformovat velkou vstupní impedanci tranzistoru T_1



Obr. 8. Krystalový přijímač se dvěma ladicími obvody pro příjem vzdálenějších stanic

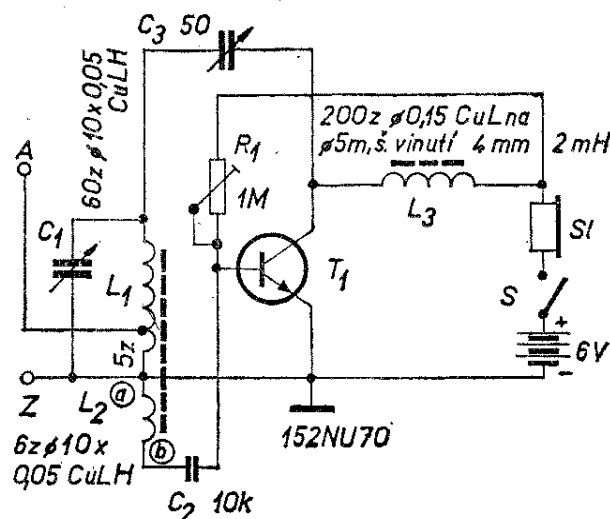
tak, aby se její tlumicí účinek na ladicí obvod projevil co nejméně (snižoval by totiž selektivitu). Vazebním kondenzátorem C_2 přichází vyladěný signál na bázi tranzistoru T_1 , kde je detekován a zesílen. Detekce (demodulace) nastává – jak již bylo řečeno – přímo v použitém vf tranzistoru. (Jak známo, každý tranzistor je v principu tvořen dvěma diodami, zapojenými proti sobě – viz příslušná základní literatura [3] a [4]). V kolektorovém obvodu je zapojena jako pracovní odpor vf tlumivka L_3 , za níž následují sluchátka.

Na výstupu z T_1 , tj. na jeho kolektoru, máme po zesílení nejen užitečný nf signál, ale i vf napětí. Tlumivka L_3 představuje pro ně zadrž, takže nemůže proniknout do sluchátek. Vf napětí nepotlačujeme, ale využíváme je pro náhradu ztrát v ladicím obvodu. Odebíráme je totiž z kolektoru a kondenzátorem C_3 je přivádíme zpět do ladicího obvodu. Vhodnou velikost přiváděného napětí seřizujeme zmíněným kondenzátorem C_3 , který je proměnný. Protože přiváděné napětí má stejnou fázi jako nakmitané napětí na ladicím obvodu, obě se sčítají. Toto zpětné „přivádění“ označujeme jako zpětnou vazbu, která je v daném případě kladná (obě napětí mají stejnou fázi).

Velikostí kapacity kondenzátoru C_3 tedy řídíme zpětnou vazbu – a tím i citlivost a celkové zesílení. Přivedeme-li však (příliš velkou kapacitou proměnného C_3) více vf napětí než je třeba, změní se náš přijímač v oscilátor, což se projeví proměnnými hvizdy při ladění. Tehdy musíme poněkud zmenšit zpětnou vazbu (zmenšením kapacity), až hvizdy docela zmizí.

Největší citlivosti audionového přijímače se zpětnou vazbou dosahujeme při takové poloze otočného kondenzátoru C_3 , kdy oscilace ještě nenasadí. Bohužel tato poloha není stejná pro celý vlnový rozsah, a tak při ladění stanic musíme přijímač ovládat současně oběma knoflíky. (Rozuměj oběma kondenzátory C_1 a C_3).

Pro zvýšení citlivosti můžeme předřadit laděný (nebo neladěný, tzv. aperiodický) stupeň. Není to však nejvýhodnější řešení a proto se od něj v běžné praxi upouští. Je totiž poměrně dosti pracné a obtížné



Obr. 9. Jednoduchý zpětnovazební přijímač – audion

dosáhnout u laděného vf předzesilovače dokonalého souběhu (tj. kmitočtové shody obou ladicích obvodů), a to z důvodu rozladování anténou a pod. Spíše se používá neladěného (tzv. aperiodického) vf stupně, s nímž se ještě v dalším seznámíme.

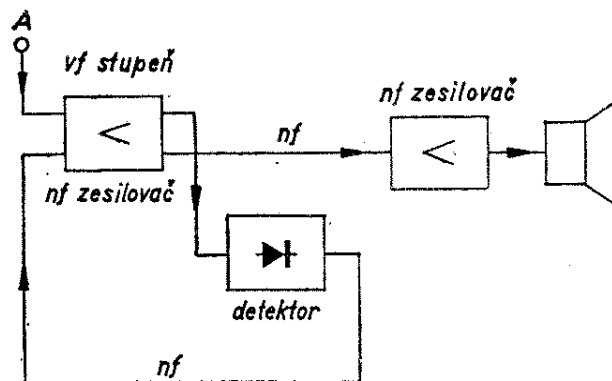
Vraťme se však ještě k našemu zapojení. Odpor R_1 se nastavuje pracovní bod tranzistoru, tj. kolektorový proud protékající tranzistorem (asi 1 mA). Nastavením je ovlivněn nejen zisk tranzistoru, ale i nasazování zpětné vazby. Tak např. vysazuje-li zpětná vazba na jednom konci vlnového rozsahu, je třeba zvětšit kolektorový proud (tj. zmenšit velikost odporu R_1). Naopak, nelze-li ani při otevřeném kondenzátoru C_3 (v některé části vlnového rozsahu) odstranit oscilace vzniklé příliš silnou zpětnou vazbou, je nutno kolektorový proud zmenšit. (Z toho důvodu se ukáže někdy potřebné zvětšit velikost odporu R_1 až na 4 MΩ). Předpokladem pro nasazování zpětné vazby je správné zapojení cívek L_1 a L_2 . Vinutí je zapojeno správně tehdy, jde-li smysl vinutí obou cívek jedním směrem, tedy tak, jako kdyby L_1 a L_2 byla jedna cívka se dvěma odbočkami (jednou pro připojení antény a druhou pro zemnicí bod). Nenasazuje-li zpětná vazba vůbec, je třeba prohodit vývody vazební cívky L_2 mezi sebou. Jsou označeny v obr. 9 jako a a b .

Jako tranzistoru lze použít jakéhokoliv vf typu vodivostního druhu npn (152NU70, 154NU70, 155NU70, 156NU70, méně vhodný je 153NU70) nebo při obrácené polaritě baterie druhu pnp (0C44, 0C45, 0C169, 0C170 apod.).

Chceme-li zvýšit akustický výkon našeho audionu, je třeba k němu připojit (místo sluchátek) již dříve popsaný nf zesilovač výkonu s reproduktorem. Poloblokové schéma zapojení takového přijímače je nakresleno na obr. 10. Místo sluchátek je zapojen odpor R_2 , který má funkci pracovního odporu tranzistoru T_1 . Z něho je snímáno nf napětí a je přivedeno prostřednictvím vazebního kondenzátoru C_4 na vstup nf zesilovače. Zapojení vhodných zesilovačů pro tento účel najdeme na obr. 28 a 30.

1.5 Reflexní přijímače

Zvyšování výkonu audionového přijímače přiřazováním několika nf stupňů, či zvětšování citlivosti předřazením vf předzesilovačů, znamená zvyšování počtu použitých tranzistorů, součástek a tím i nákladů. Proto výrobci tranzistorových přijímačů se v některých případech snaží využít některých tranzistorů ve více funkcích. Používá se tzv. reflexních zapojení, ve kterých vysokofrekvenční stupně zároveň také zesilují nízkofrekvenční signál. Blokované zapojení běžné koncepce reflexního přijímače je nakresleno na obr. 11. Signál z antény přichází na vf zesilovač a detekční stupeň. Po detekci získaný nízkofrekvenční signál je zbaven vf složky a vrací se zpět do prvního stupně, kde je týmž tranzistorem



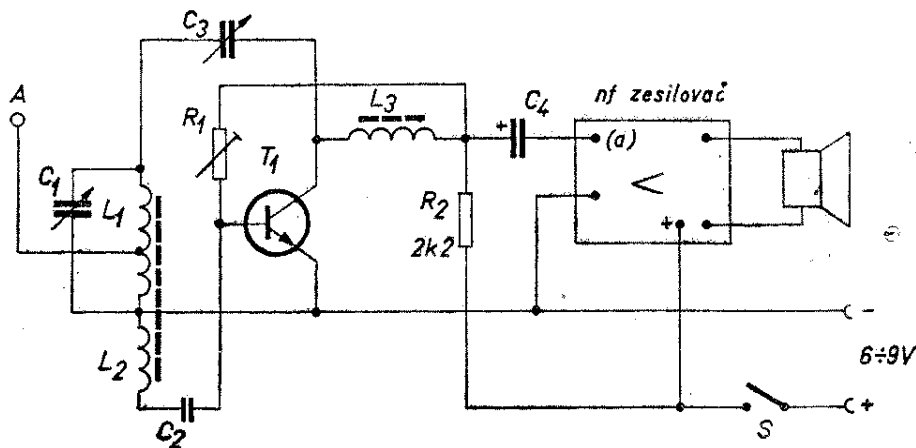
Obr. 11. Blokované zapojení běžného reflexního přijímače

znovu zesílen a budí výkonový nf stupeň s reproduktorem. Využití jednoho a téhož tranzistoru ve dvou funkcích je možné, neboť oba zesilované kmitočty se od sebe značně liší (vf signál o kmitočtu 0,6 až 1,5 MHz, nf signál o kmitočtu 20 Hz až 20 kHz.) Přesto však je třeba při stavbě takového přijímače dodržovat určité zvyklosti ve vedení spojů a rozložení součástek, nemá-li dojít k nežádoucím vazbám a nestabilitě.

Na obr. 12 je blokované schéma třítranzistorového reflexního přijímače, kde první dva tranzistory jsou využívány ve dvou funkcích, tj. současně jako vf a nf zesilovače.

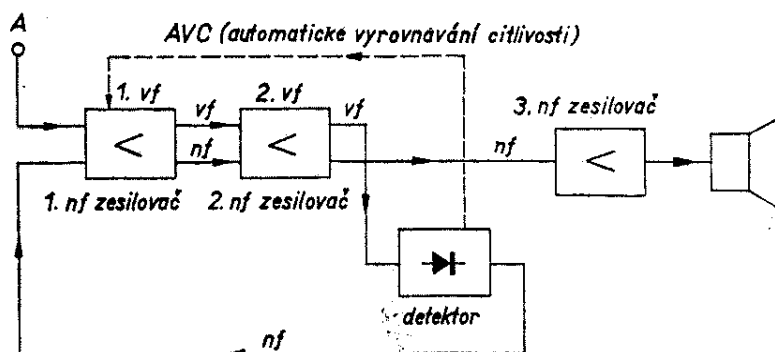
Jak tedy vlastně vypadá zapojení takového reflexního přijímače po elektrické stránce? Na tuto otázku přináší odpověď zapojení na obr. 13, kde je schéma dvoutranzistorového reflexního přijímače (odpovídá blokovému schématu podle obr. 11).

Vstupní ladicí obvod je tvořen cívkou L_1 , navinutou na feritovém trámečku a



Obr. 10. Audion s nf zesilovačem (nf zesilovač je zakreslen jen blokově)

Obr. 12. Blokové zapojení reflexního přijímače s vf předzesilovačem

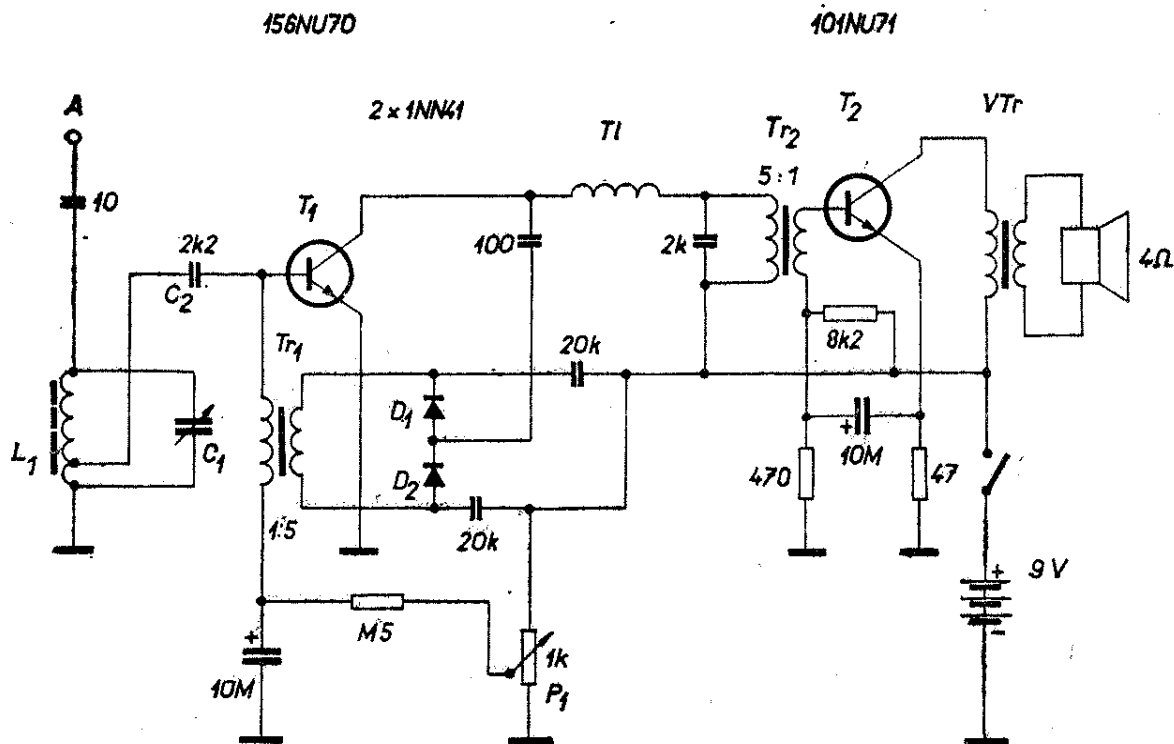


kondenzátorem C_1 o kapacitě 280 pF. První tranzistor T_1 pracuje jako vf zesilovač s poloaperiodickým obvodem v kolektoru. Tvoří jej tlumivka Tl , která rezonuje s rozptylovými kapacitami a kapacitou kolektoru asi uprostřed rozsahu středních vln. Napětí z ladicího obvodu je odebíráno z odbočky cívky L_1 přes vazební kondenzátor C_2 a přiváděno na bázi T_1 . Po zesílení se odebírá z kolektorového obvodu T_1 , detekuje a zdvojuje diodami D_1 a D_2 a přes nf transformátor Tr_1 se přivádí zpět na bázi T_1 (který tedy pracuje v reflexním zapojení). Vazba mezi tranzistorem T_1 a T_2 je transformátorová (transformátorem Tr_2), což má tu výhodu, že celkový nf zisk přijímače je přibližně

stejný jako u třístupňového nf zesilovače s vazebními členy RC.

Regulace hlasitosti se řídí změnou předpětí tranzistoru T_1 , které odebíráme z běžce potenciometru P_1 . Regulace tímto způsobem je velmi účinná, protože změnou předpětí báze T_1 se ovládá současně jak vysokofrekvenční, tak i nízkofrekvenční zisk přijímače.

Ačkoliv tento přijímač je osazen pouze dvěma tranzistory, rovná se svým výkonem audionu s třístupňovým tranzistorovým zesilovačem. Doplníme-li jej jakostním reproduktorem nové řady, jako je např. Tesla ARO 689 nebo ARE 689, vytvoříme tak velmi levný „druhý“ přijímač pro poslech místní stanice, který



Obr. 13. Dvoutranzistorový reflexní přijímač. Tl – 200 z \varnothing 0,15 CuLH, \varnothing 4, š. 4 mm

svou pořizovací cenou nikterak nezatíží naši kapsu. Totéž se dá říci i o ekonomii provozu, neboť celkový odběr ze dvou plochých baterií nepřesahuje 10 mA.

Dalším reflexním přijímačem, jehož zapojení je na obr. 14, je třítranzistorový přijímač zn. Micro-6, vyvinutý anglickou firmou Sinclair Radionics. Toto zapojení odpovídá blokovému schématu z obr. 12.

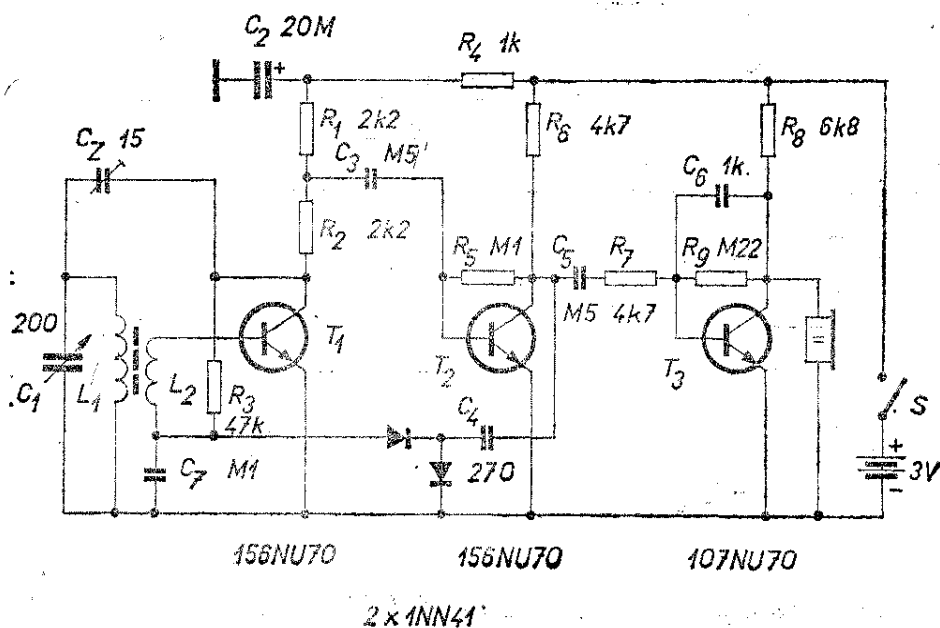
Název přijímače má vyjádřit skutečnost, že se vyrovná svými vlastnostmi běžnému šestistupňovému přijímači. A skutečně, zapojení odpovídá funkčně šesti stupňům. Laděný obvod C_1L_1 je vázán několika závity na vstup dvoustupňového vf zesilovače, tvořeného tranzistorem T_1 a T_2 . Třetím stupněm je detektor se zdvojovačem (vázaný kondenzátorem C_4 na kolektor T_2), jehož výstup dodává napětí o třech různých složkách. První – nežádoucí zbytek vf signálu je likvidován kondenzátorem C_7 . Druhá složka – stejnosměrné napětí, jehož velikost je úměrná síle přijímaného signálu, ovládá předpětí T_1 a tím i jeho kolektorový proud a tudíž i zisk. Konečně třetí složka – vlastní nf signál, přivedený na bázi prvního tranzistoru, je zpracován dále třístupňovým nf zesilovačem, který (z hlediska nf signálu) tvoří nyní tranzistory T_1 , T_2 a T_3 .

Předpětí báze T_1 obstarává odpor R_3 . Odpor R_2 a R_1 jsou pracovními odpory kolektorů T_1 . Odpor R_2 nahrazuje vf tlumivku L_3 z obr. 9, odpor R_1 je vlastním

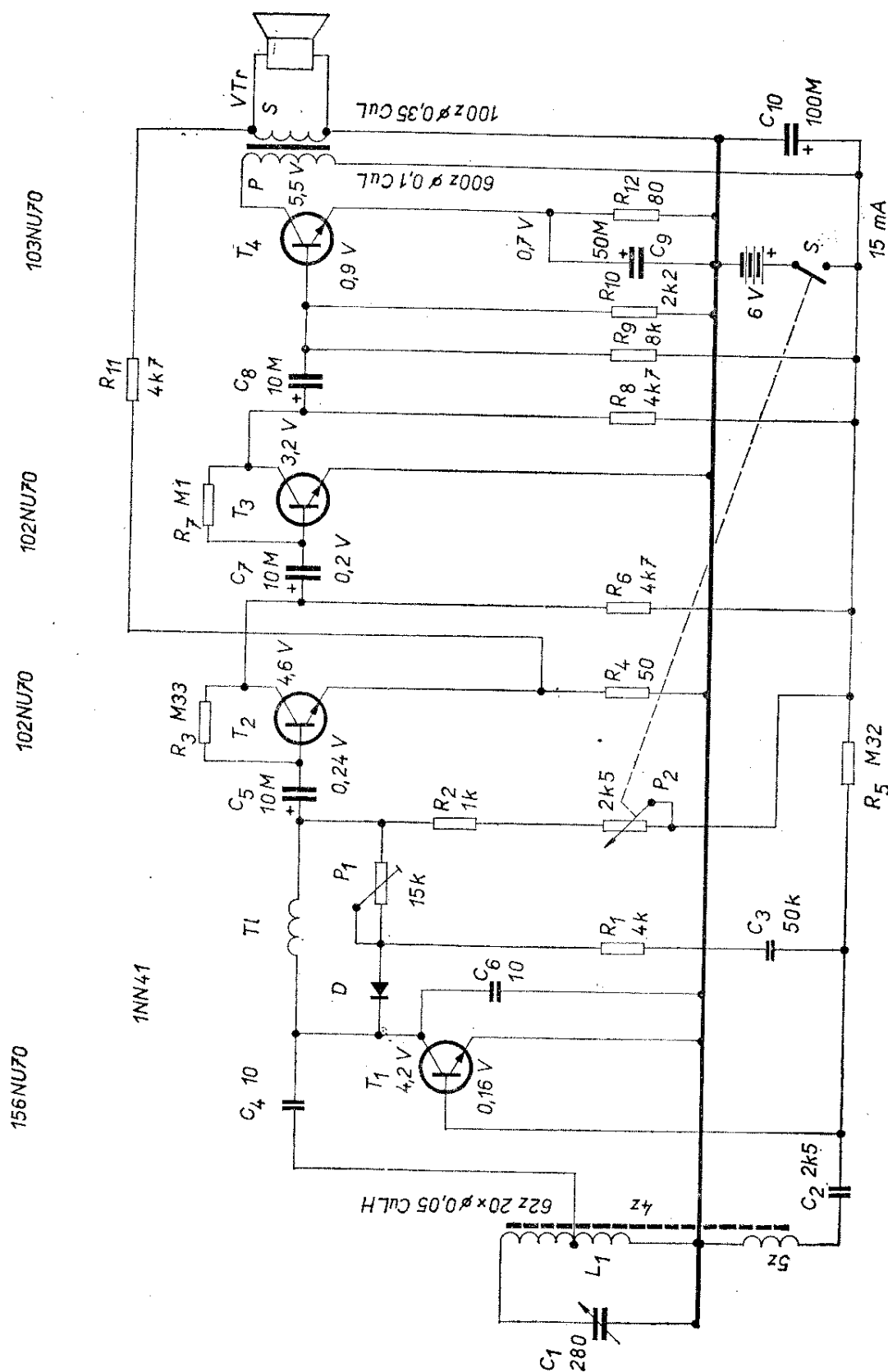
zatěžovacím odporem, z něž vazebním kondenzátorem C_3 snímáme zesílený vf a nf signál. Člen C_2R_4 brání vzniku kladné zpětné vazby při slabší baterii. Předpětí tranzistoru T_2 je nastaveno na správnou velikost odporem R_5 , přičemž R_6 je pracovním odporem kolektoru T_2 . C_5 je vazebním kondenzátorem, umožňujícím přenos nf signálu z T_2 na T_3 , přičemž R_7 omezuje pronikání zbytků vf napětí na jeho bázi. Odpor R_9 nastavuje předpětí báze tohoto posledního tranzistoru. R_8 je pracovním odporem T_3 , k němuž připojujeme krystalové sluchátko (tj. k jeho kolektorovému vývodu).

Zpětná vazba se řídí kondenzátorem C_2 a vlivem automatického vyrovnávání citlivosti (stejnoseměrnou složkou, která je úměrná velikosti přijímaného signálu, odebíranou z detektoru a přiváděnou do báze T_1) ji není nutno v dosti velkém rozsahu při ladění zvlášť seřizovat. (Toto zapojení bylo vyzkoušenou v redakci i pro hon na lišku v pásmu 80 m, tedy na krátkých vlnách a velmi se osvědčilo. Na středních vlnách je poslech na sluchátka v „burácivé“ síle).

Dalším zapojením reflexního přijímače, jemuž věnujeme nyní pozornost, je schéma čtyřtranzistorového kapesního přijímače (obr. 15). Reflexně je zde využíván pouze první tranzistor T_1 , takže zapojení odpovídá běžné koncepci pětistranzistorového přijímače s přímým zesílením.



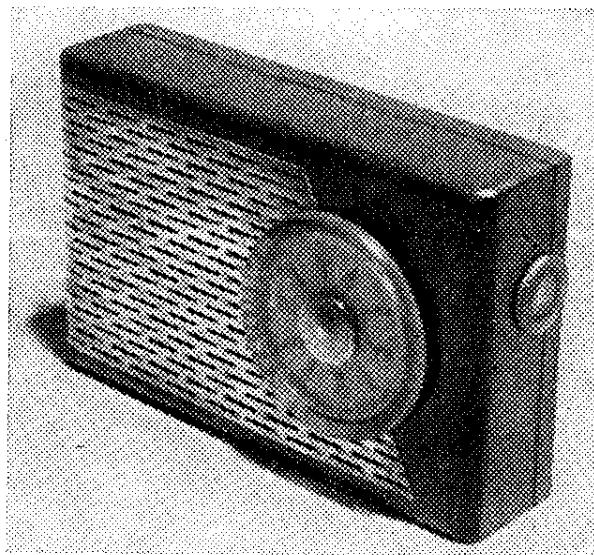
Obr. 14. Zapojení reflexního třítranzistorového přijímače Micro-6



Obr. 15. Zapojení čtyřtranzistorového reflexního přijímače

Vf signál se indukuje z feritové antény v cívce ladičního obvodu L_1C_1 , kde je kondenzátorem C_1 vyladěn. Cívka L_1 je navinuta na jednom konci feritu na podkladní styroflexové izolaci. Má celkem 71 závitů a dvě odbočky, z nichž první je uzemněna. Pět závitů tvoří budicí vinutí, z něhož se přes C_2 dostává vyladěný signál na bázi tranzistoru T_1 . Malý počet závitů budicího (vazebního) vinutí má za následek příznivou transformaci nízké vstupní impedance tranzistoru T_1 do ladičního obvodu. Po zesílení je vf signál demodulován diodou D . Ještě před detekcí je část zesíleného vf signálu přivedena z kolektoru kondenzátorem C_4 na druhou odbočku cívky L_1 , čímž je zavedena kladná zpětná vazba, zvyšující citlivost přijímače. Tato vazba je řízena potenciometrem P_2 , který je spojen s vypínačem S .

Aby se vf napětí nedostávalo na bázi následujícího tranzistoru T_2 , stojí mu v cestě tlumivka TL , jejíž impedance zároveň představuje pracovní odpor tranzistoru. Detekovaný nf signál je přiváděn přes odpor R_1 a kondenzátor C_3 znovu na bázi prvního tranzistoru, který je nyní využit ve funkci nf zesilovače. Zátěž tranzistoru představuje nyní odpor R_2 , neboť vf tlumivka TL není překážkou pro nf napětí. Z tohoto odporu se snímá nf napětí a přivádí přes vazební kondenzátor C_5 na bázi druhého tranzistoru T_2 k dalšímu nf zesílení. Vlastní nf část začíná za



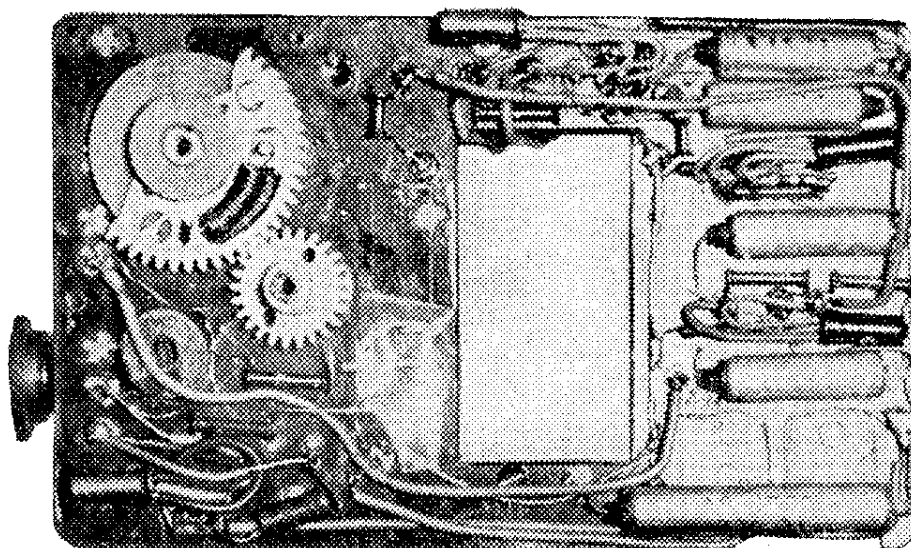
Obr. 16. Pohled na čtyřtranzistorový reflexní přijímač

tímto kondenzátorem. Teplotní stabilizace prvního a druhého nf stupně (T_2 a T_3) je dosaženo napojením odporu bázi R_3 a R_7 přímo na kolektor, tj. před pracovní odpor R_6 a R_8 . Tímto způsobem sice vzniká slabší záporná vazba zmenšující zisk stupně; ve srovnání s obvykle používaným děličem je však tento způsob hospodárnější. Naproti tomu stabilizace koncového stupně T_4 je již řešena děličem, neboť posledním tranzistorem protékají daleko větší proudy, které je nutno respektovat. „Tvrdý dělič“ (tj. takový, kde velikosti odporů jsou poměrně malé) zajišťuje, že při stoupnutí teploty se nezvýší proud báze a s tím související kolektorový proud a nedojde tak k případnému ohrožení či zničení tranzistoru. Dělič je tvořen odpory R_9 a R_{10} , přičemž další stabilizaci tohoto stupně obstarává emitorový odpor R_{12} .

V nf části je dále zavedena zpětná vazba – tentokrát záporná – která zlepšuje kmitočtový průběh a omezuje zkreslení nf části. Je to napěťová vazba, jejíž smyčka je zavedena ze sekundárního vinutí výstupního transformátoru do emitoru T_2 . Je kmitočtově nezávislá, protože ve smyčce není zařazen žádný člen, jehož jalový odpor by se měnil s kmitočtem (jako je např. reaktance kondenzátoru). Tato vazba též snižuje výstupní odpor nf zesilovače, což se příznivě projevuje v tlumení reproduktoru. Její velikost nastavíme jednou provždy volbou odporu R_{11} ($1 \div 5 \text{ k}\Omega$). Nedoporučuje se použít menší velikosti odporu než $1 \text{ k}\Omega$, (tj. silnější zpětné vazby, neboť pak zesilovač vlivem fázového posuvu na členech RC začíná být nestabilní). Při zapojování a uvádění do chodu musíme dbát toho, aby přiváděné napětí ze sekundárního výstupního transformátoru bylo opačné fáze. Tehdy je vazba záporná se všemi příznivými důsledky bez ohledu na snížení nf citlivosti. V opačném případě – tj. je-li vstupní a přiváděné napětí stejné fáze – přijímač se rozhouká a je nutno prohodit mezi sebou vývody sekundárního vinutí.

Vraťme se však ještě k obvodu tranzistoru T_1 . Setkáváme se zde s odporem P_1 (potenciometrový trimr), který zde má zvláštní úlohu. Vzniká na něm totiž záporná zpětná vazba zmenšující zisk stupně

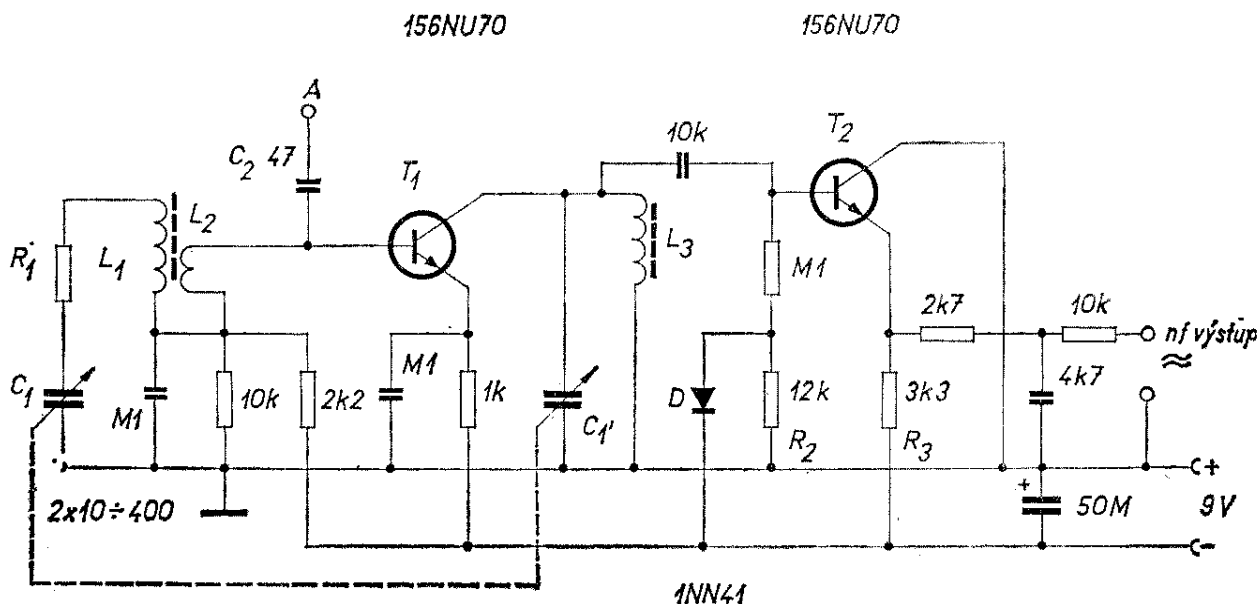
Obr. 17. Pohled na rozložení součástí čtyřtranzistorového reflexního přijímače na rubu základní nosné destičky



ně; naproti tomu způsobuje, že kladná vazba (ovládána při příjmu potenciometrem P_2) nasazuje velmi měkce, „nelepí se“ a nezpůsobuje další jiné nečnosti (vrčení apod.). Při uvádění do chodu nastavujeme potenciometr P_1 do takové polohy, kdy se podaří dosáhnout měkkého nasazení kladné zpětné vazby audionu a pochopitelně ještě určitého zesílení reflexního stupně.

První stupeň je nestabilizovaný, což se však v provozu nijak závažně neprojeví. Tam, kde by se vyskytly potíže (pokles výkonu při provozu za rozdílných

teplot okolí), lze použít pro napájení báze stabilizačního děliče, který by tvořil potenciometr. Báze by byla připojena na jeho běžec a jeho pohybem by bylo možno řídit zpětnou vazbu. (Samozřejmě mezi běžcem a bází by bylo nutné vložit ochranný odpor, jenž by bránil přílišnému „otevření“ tranzistoru a tak nadměrnému kolektorovému proudu – nad přípustnou jmenovitou velikost). Jinak je též možno vypustit potenciometr P_2 při použití stabilizačního děliče. Pak by se zpětná vazba řídila proměnným kondenzátorem C_4 . S takovým způsobem řízení zpětné vazby



Obr. 18. Zapojení tranzistorového doplňku ke kvalitnímu nf zesilovači pro příjem místních stanic

jsme se již seznámili v předcházejících zapojeních – viz obr. 9.

Je pochopitelné, že uvedené příklady reflexních přijímačů zdaleka nejsou vyčerpávající. Existuje řada obměn více či méně vtipných zapojení. Rozhodně se však nedoporučuje stavět reflexní či jiný přímo laděný přijímač s více než pěti tranzistory. To je již lepší sáhnout po zapojení výkonnějších a citlivějších přijímačů, jako jsou superhety.

I.6 Tranzistorový doplněk pro příjem rozhlasu

Máme-li doma „zahálejší“ jakostní zesilovač, můžeme jej doplnit jednoduchým přijímačem, který umožní nezkraslený a věrný příjem rozhlasových pořadů místních vysílačů. Na obr. 18 je zapojení dvoutranzistorového přijímače, které umožňuje takovýto příjem. Jak patrně, sestává z vysokofrekvenčního zesilovače, osazeného tranzistorem T_1 (156NU70) s laděným obvodem na vstupu i v kolektorovém obvodu. Vstupní obvod tvoří cívka L_1 , navinutá na feritovém trámečku (a jedna polovina ladicího duálu C_1), jejíž činitel jakosti Q je úmyslně zhoršen odporem R_1 , vloženým do série (20 Ω). To proto, aby přijímač nebyl příliš selektivní a přenášel bez nežádoucího útluhu i nejvyšší modulační kmitočty. (Na rozdíl od běžných druhů přijímačů je u tohoto požadována malá selektivita, která zde není na závadu, neboť doplněk je určen pouze pro příjem místního vysílače). Vnější anténa není nutná; použijeme-li jí, připojujeme ji pak přes vazební kondenzátor C_2 přímo na „horký“ konec vazební cívky L_2 . Protože kolektorový obvod s cívkou L_3 je dostatečně tlumen detekční diodou D , není nutno její činitel jakosti Q uměle snižovat a rovněž tak není třeba celý obvod neutralizovat.

Zapojení demodulační diody D je poněkud neobvyklé. Je to tzv. detektor s nekonečným vstupním odporem (s pracovním odporem v katodě). Báze tranzistoru T_2 má tak malé předpětí (120 ÷ 150 mV), že tranzistorem prochází pouze nepatrný proud. Výhodou tohoto zapojení je poměrně vysoká vstupní impedance detektoru a malé zkreslení, protože při

kladných půlvlnách je charakteristika linearizována zápornou zpětnou vazbou na emitorovém odporu R_3 , a dále schopnost zpracovávat signály o amplitudě několika set mV. Nevýhodou je, že nastavení pracovního bodu do místa největší detekční účinnosti a nejmenšího zkreslení je poměrně choulostivé. Proto se předpětí báze T_2 odvozuje z děliče vytvořeného odporem R_2 a diodou D , polarizovanou v propustném směru. Jsou-li tedy teploty D a T_2 stejné, kolísá napětí na diodě stejně jako napětí diody báze-emitor, takže optimální pracovní bod detektoru se mění v širokém rozsahu jen nepatrně (od 10° do 50° C). Nízkofrekvenční signál je snímán z emitorového odporu R_3 tranzistoru T_2 , jenž je zapojen jako emitorový sledovač a přiváděn přes dvojici filtračních odporů a kondenzátor na vstup jakostního nf zesilovače.

II. Superhety

II.1 Výklad funkce

V předcházejících statích jsme se seznámili s jednoduchými zapojeními přímozesilujících přijímačů, které zpravidla volí ten amatér, jenž nemá dostatek možností či zkušeností pustit se do stavby superhetového přijímače. Dlužno však připomenout, že obava před stavbou superhetového přijímače není zcela oprávněná. I superhetový přijímač lze postavit ve velmi jednoduchém provedení, přičemž výsledky dosažené s takovýmto velmi zjednodušeným přijímačem jsou vždy lepší, než výsledky s jakýmkoliv – třeba reflexním – přímozesilujícím přijímačem.

Dnes tedy převládají z výše uvedených důvodů nad přijímači s přímým zesílením přijímače výkonnější – tzv. superhety. Připomeňme si tedy několika málo slovy funkci superhetového přijímače. Na rozdíl od přijímače s přímým zesílením nezpracovává superhet přijatý kmitočet přímo, ale mění jej po projití vstupním obvodem nebo v předzesilovačem na jiný konstantní kmitočet, na nějž jsou pak jednou provždy naladěny všechny ostatní (následující) v obvodu. Takových obvodů může být pak více, zpravidla tři až čtyři, a to

$$20 \cdot \frac{1}{65} R_K$$

právě proto, že je není třeba stále ladit. S větším počtem vf obvodů roste selektivita přijímače.

Jinými slovy řečeno, v superhetovém přijímači je kmitočet přijímané stanice přeměňován na kmitočet jiný, tzv. mezifrekvenční. Na tomto mezifrekvenčním kmitočtu (mf), který je stejný pro všechny přijímané stanice, probíhá hlavní část zesílení přijímaného signálu. Na obr. 19 je blokové schéma superhetového přijímače. Vidíme, že na rozdíl od přijímače s přímým zesílením je zde navíc tzv. směšovací stupeň, ve kterém probíhá přeměna kmitočtu přicházejícího signálu na mezifrekvenční kmitočet. A protože mezifrekvenční kmitočet je vždy stejný pro jakýkoliv přijímaný signál, jsou i za směšovačem následující mf zesilovací obvody vyváženy (tj. naladěny) na optimum, čímž je přeneseno těžiště vf zesílení na mezifrekvenční část. Pak závisí celkový vf zisk (jemuž odpovídá vf citlivost přijímače) hlavně na počtu mf stupňů.

Kmitočet mezifrekvence bývá většinou volen v oblasti $450 \div 470$ kHz, tj. na takové vlně (dlouhé), aby se na jejím kmitočtu či v blízkosti nevyskytovala žádná silná vysílací stanice, která by přímo pronikala na vstup mf zesilovače a způsobovala nežádoucí interferenční rušení. Starší tranzistorové superhety měly kmitočet mezifrekvence kolem 250 kHz. To proto, že mezní kmitočet prvních vf tranzistorů byl poměrně nízký a tak dosažitelné vf zesílení by při vyšším mf kmitočtu bylo nedostačující.

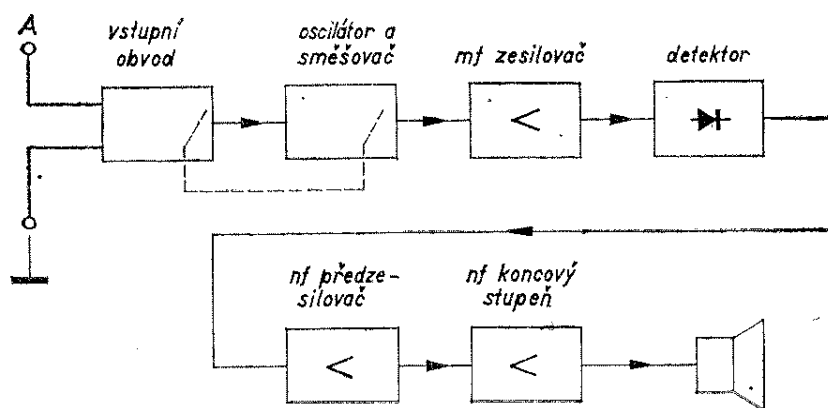
Při ladění superhetu musíme tedy na všech rozsazích změnit kmitočet přijímané stanice na konstantní mf kmitočet, na nějž jsou naladěny další mf obvody. K to-

muto účelu slouží zmíněný směšovač. Sestává ze vstupního laditelného obvodu (v podstatě shodného se vstupním obvodem přímozesilujících přijímačů), který vybírá žádaný signál zachycený anténou, dále z pomocného oscilátoru, jenž je laděn současně se vstupním obvodem, a konečně vlastní směšovač, ve kterém probíhá proces směšování přijímaného signálu s kmitočtem pomocného oscilátoru. Na výstupu směšovače se pak nalézá obvod, který z množství kombinačních kmitočtů, vytvářených při směšování, vybere pouze jeden nejvhodnější kmitočet. Osvětleme si to na příkladě: ve vstupním obvodu přijímáme třeba kmitočet 1200 kHz. Pomocný oscilátor kmitá na kmitočtu vyšším (právě o mf kmitočet, tj. např. o 460 kHz), tedy na kmitočtu 1660 kHz. Přivedením obou kmitočtů (přijímaného a oscilátoru) do směšovače vzniká smísením celá řada nových kmitočtů, z nichž má pro nás největší význam součtový (v našem případě $1660 + 1200 = 2860$ kHz) a rozdílový ($1660 - 1200 = 460$ kHz). Obvykle používáme kmitočtu rozdílového a dále jej zesilujeme. Vzájemným rozdílem kmitočtu přijímaného signálu a kmitočtu oscilátoru vznikne tedy mf kmitočet. Vyjádříme-li tuto definici pomocí symbolů, dostaneme vztah:

$$f_{osc} - f_{vstup} = f_m$$

kde f_{osc} — kmitočet oscilátoru,
 f_{vstup} — kmitočet přijímaného signálu a
 f_m — mezifrekvenční kmitočet.

Na vysvětlení k oscilátoru: není to nic jiného, než vf zesilovač, rozkmitaný v důsledku zavedené kladné zpětné vazby.



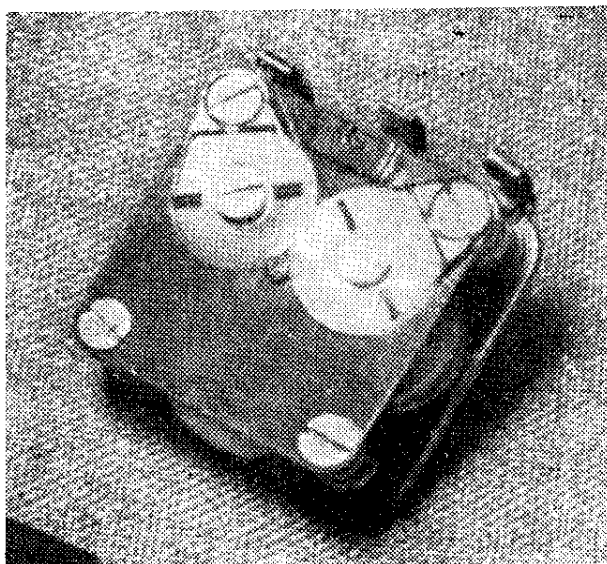
Obr. 19. Blokové schéma superhetového přijímače

Jak již víme, obdobně pracuje i přímozesilující přijímač s utaženou zpětnou vazbou. Touto vazbou se totiž tranzistor vř stupně rozkmitá a podle druhu použité cívky a ladicího kondenzátoru vyrábí vř napětí o žádaném kmitočtu. Tento kmitočet se projevuje u přímozesilujícího přijímače jako onen vysoký a při ladění svou výšku plynule měnící hvizd. Vyráběný signál však má kmitočet nadzvukový, a ty hvizdy, které slyšíme, jsou pouze zázněj, tj. právě onen rozdílový kmitočet, který vznikl smísením přijímaného signálu a signálu vyráběného kmitáním vř stupně.

Rozdílového kmitočtu se používá z toho důvodu, že vysoké kmitočty (do nichž patří součtový) se dají obtížněji a málo účinně zesilovat. Kdybychom tedy používali součtového kmitočtu, pak by vř zesílení bylo menší než při použití rozdílového kmitočtu.

Jak již bylo zdůrazněno, musí při ladění vznikat stále stejný rozdílový kmitočet, např. 460 kHz. Předpokládejme, že máme přijímač s kmitočtovým rozsahem $500 \div 1500$ kHz (středovlnný rozsah). Vstupní ladicí obvod musí být tedy plynule laditelný v poměru 1 : 3. Z Thomsonova vzorce

$$f_{\text{res}} = \sqrt{\frac{2,53 \cdot 10^4}{L \cdot C}} \quad [\text{MHz}; \mu\text{H}, \text{pF}],$$



Obr. 20. Nesymetrický miniaturní duál zahraničního provedení

kde f_{res} – rezonanční kmitočet obvodu,
 C – kapacita ladicího kondenzátoru a

L – indukčnost cívky,

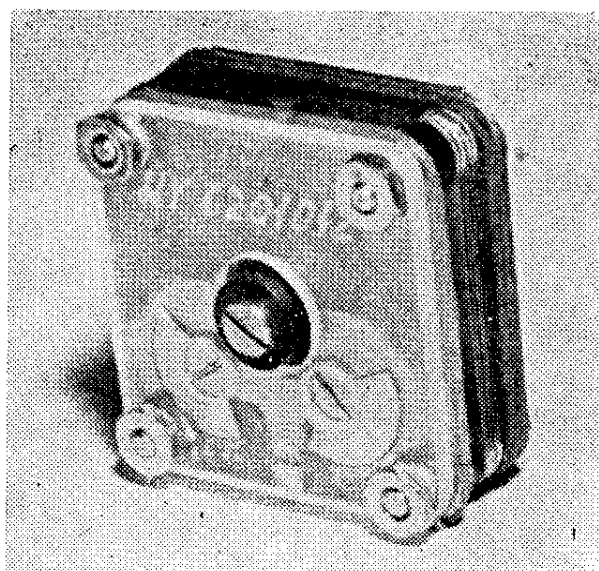
lze odvodit, že pro tento poměr kmitočtů musí být ladicí kondenzátor proměnný v mezích 1 : 9, což při obvyklé kapacitě 500 pF předpokládá počáteční kapacitu asi 55 pF.

Pro každý nastavený kmitočet ladicího obvodu uvedeného středovlnného pásma musí být oscilátorový kmitočet vyšší o mezifrekvenční kmitočet. To znamená, že kmitočtový rozsah laditelného oscilátoru bude ležet v rozmezí od 960 kHz do 1960 kHz ($500 + 460 = 960$; $1500 + 460 = 1960$). To ovšem odpovídá přibližně kmitočtovému poměru 1 : 2. Odpovídající kapacita oscilátorového kondenzátoru musí být pro tento poměr laditelná v rozsahu 1 : 4. Jestliže by měl kondenzátor oscilátoru stejnou počáteční kapacitu jako kondenzátor ladicí, tj. 55 pF, musel by mít největší kapacitu 220 pF (čili méně než poloviční kapacitu ladicího kondenzátoru), aby byl zaručen souběh na začátku i na konci rozsahu. Z toho vyplývá, že rezonanční kmitočet oscilátoru se musí při ladění měnit pomaleji než kmitočet vstupního obvodu, aby bylo dosaženo stále stejného rozdílového kmitočtu, tj. souběhu.

Souběhu mezi vstupním a oscilátorovým obvodem se dosahuje různými prostředky. Obvykle se používá dvojitého otočného kondenzátoru (duálu), u něhož se plechy jednotlivých kondenzátorů navzájem tak liší, že při ladění zůstává stálý rozdíl mezi oscilátorovým a vstupním kmitočtem. Takový sdružený nesymetrický kondenzátor je pochopitelně dražší než běžný symetrický duál, u nějž jsou obě poloviny stejné a kapacitně shodné, ačkoliv jeho výroba nenaráží na zvláštní potíže. Bohužel však vyhovuje jen pro jeden kmitočtový rozsah, a proto se jej používá pouze u středovlnných (jednorozsahových) tranzistorových přijímačů. Na obr. 20 je pohled na zahraniční provedení miniaturního nesymetrického duálu z tranzistorového přijímače „Sternchen“ (NDR), který má vestavěny i do-
 laďovací trimry o kapacitě $2 \div 12$ pF (tzn. malé kondenzátory, jimiž se vyva-

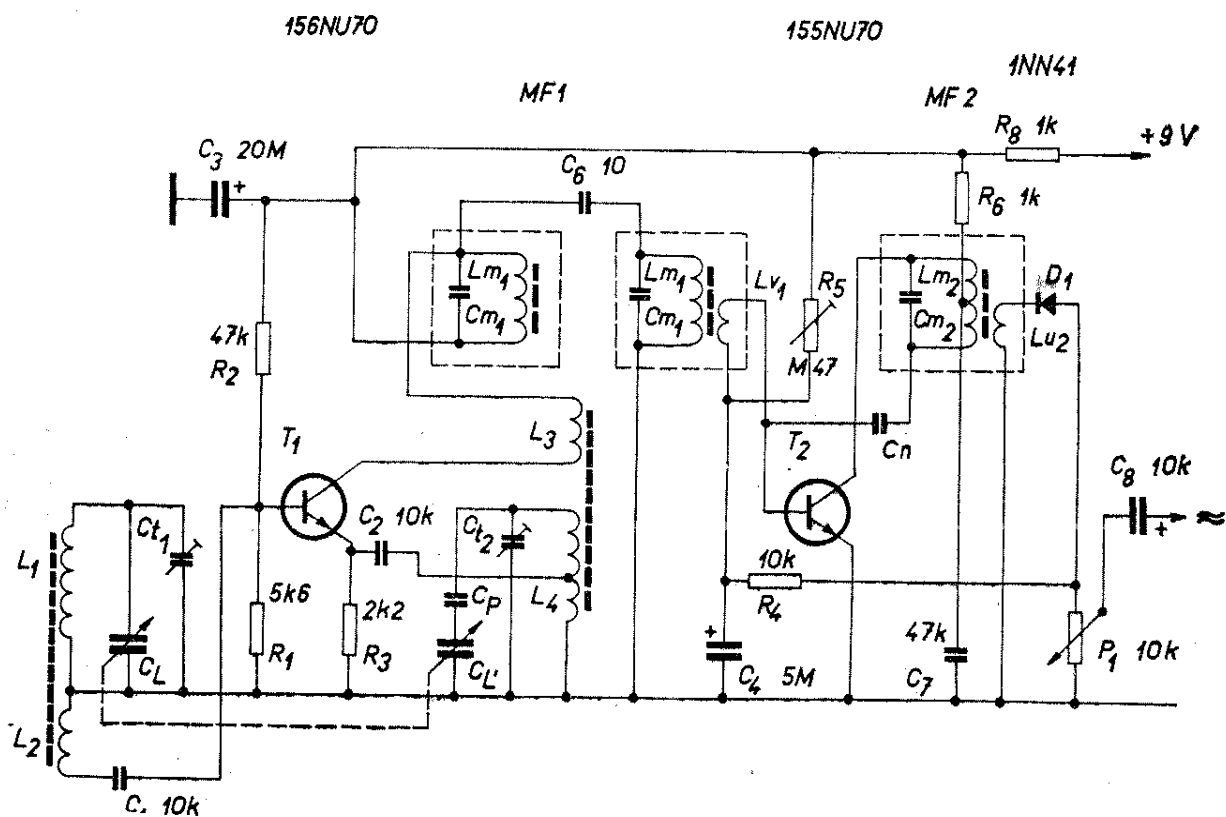
žují kapacity spoju tak, aby při otevřeném duálu byly počáteční kapacity obou laděných obvodů stejné). Na obr. 21 je zachycena amatérská konstrukce podobného miniaturního duálu, jež byla popsána v [5].

U přijímačů s více rozsahy se používá symetrického duálu, jehož obě poloviny mají shodný průběh kapacity. Aby však i zde bylo dosaženo souběhu, zapojuje se k oscilátorovému dílu do série zkracovací kondenzátor, tzv. padding – viz C_p v obr. 22. Použitím paddingu dospějeme k stejnému výsledku, jako kdybychom použili nesymetrického duálu s požadovaným průběhem kapacit obou polovin (vzájemně odlišných). Počáteční kapacity obou kondenzátorů ($C_L' + C_p$), zapojených v sérii, mají totiž stejnou velikost jako počáteční kapacita oscilátorového kondenzátoru C_L' nesymetrického provedení. Naproti tomu při zcela zavřeném duálu je výsledná kapacita výše uvedené sériové kombinace mnohem menší (asi poloviční) než je kapacita samotného otočného kondenzátoru C_L' . Výsledkem je tedy žádaná menší a pomalejší změna kapacity při la-



Obr. 21. Nesymetrický miniaturní duál amatérské konstrukce

dění, kterou lze volbou C_p (pro dosažení souběhu) nastavit v určitých mezích a doladit dále jednak jádrem oscilátorové cívky, tj. změnou indukčnosti na dolním, tzn. dlouhovlnném konci rozsahu, jednak



Obr. 22. Zapojení tranzistorového směřovače a jednoduchého mf zesilovače. $C_8 = 10 \text{ M}$, $L_{u2} - L_{v2}$

trimrem na horním konci rozsahu, tj. vyvážením počáteční kapacity. (Padding je možno zapojit i do série s cívkou oscilátoru).

Ukažme si tedy nyní, jak to bude vypadat v praxi. Tak na předchozích stránkách jsme si řekli, že průběh kapacity ladicího kondenzátoru C_L se má pohybovat např. v mezích 55 až 500 pF. Tomu odpovídá průběh kapacity oscilátorového kondenzátoru C_L' (nesymetrického duálu) 55 až 220 pF. K symetrickému duálu (jenž máme k dispozici o kapacitě 2×500 pF) volíme padding o kapacitě 400 pF. Nyní se přesvědčíme, jakou velikost bude mít výsledná kapacita sériové dvojice (C_x) v krajních bodech průběhu (tj. při uzavřeném a otevřeném kondenzátoru C_L'). K tomu účelu použijeme vztahu:

$$C_x = \frac{C_p \cdot C_L'}{C_p + C_L'} \quad [\text{pF}],$$

kde C_x je výsledná kapacita sériové dvojice,

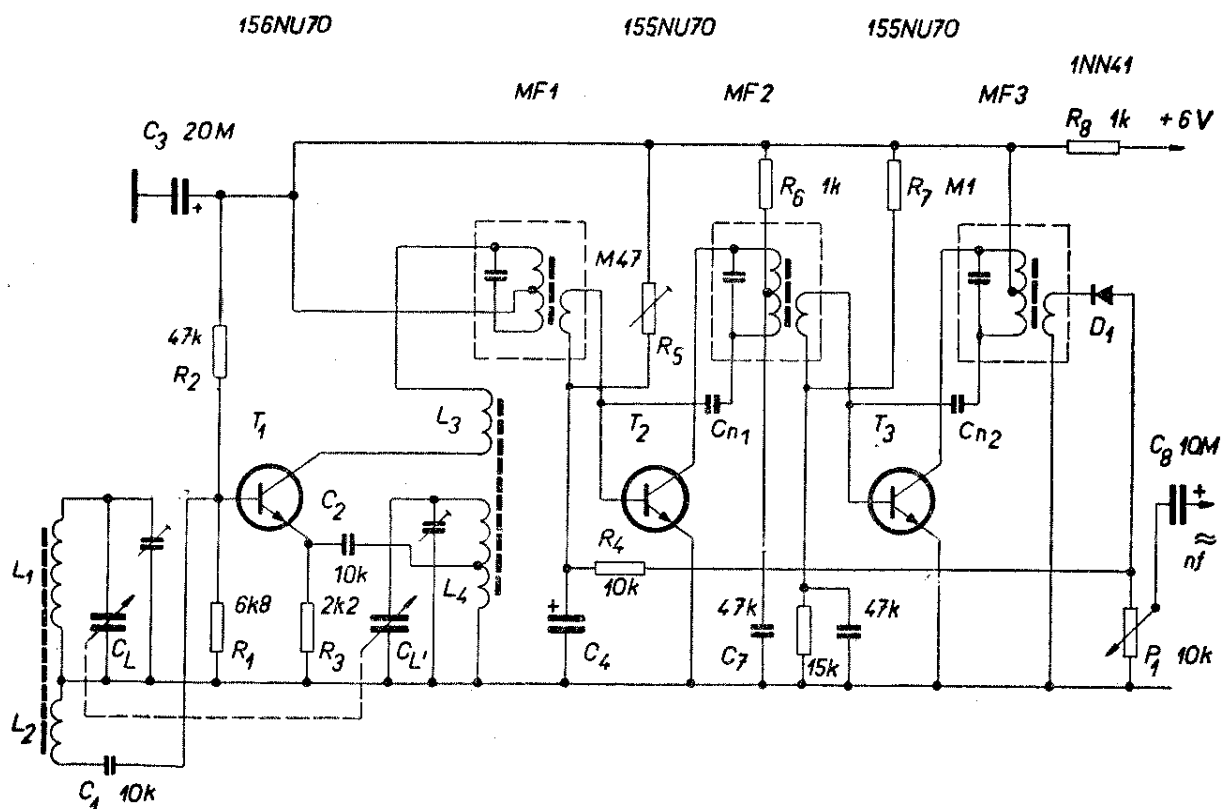
C_p – kapacita voleného paddingu a

C_L' – kapacita jedné poloviny symetrického duálu.

Po dosazení obdržíme $C_{x(1)} = 222$ pF a $C_{x(2)} = 48,5$ pF, z čehož je patrné, že volba velikosti paddingu byla správná. (Poněkud menší počáteční kapacita sériové dvojice se vyrovná při vyvažování paralelním trimrem).

Koho by zajímal přesnější způsob výpočtu, nalezne jej v [8] a [9].

Prohlédneme-li si znovu schéma na obr. 22, můžeme si ukázat jednotlivé obvody, o nichž bylo výše hovořeno. Tak vstupní obvod tvoří cívka L_1 a kondenzátor C_L s doladovacím trimrem C_{t1} . Vstupní obvod je vázán na bázi směšovacího tranzistoru T_1 prostřednictvím transformačního (vazebního) vinutí L_2 a kondenzátoru C_1 . Oscilační obvod tvoří cívka L_4 , laděná kondenzátorem C_L' , (tvořícím druhou polovinu symetrického duálu, ovládaného jedním společným hřídelem) a vyvažovacím trimrem C_{t2} . Oscilační cívka je připojena vazebním kondenzátorem C_2 (napojeným z důvodů malého tlumení na její odbočku) k emi-



Obr. 23. Zapojení vf části tranzistorového přijímače s nesymetrickým duálem.
Na obr. 22 a 23 chybí C_9 — 22 k paralelně k P_1

toru T_2 . Zpětnovazební vinutí oscilátoru tvoří cívka L_3 a je napojena v kolektorovém přívodu T_1 . Aby oscilátor kmital, musí být vinutí L_3 zapojeno ve správné fázi. Není-li tomu tak, je třeba vzájemně prohodit oba vývody L_3 .

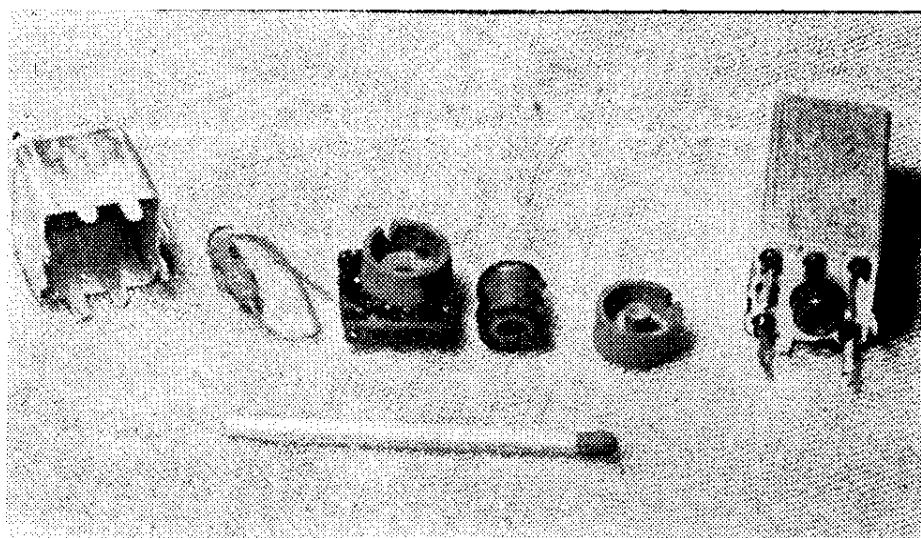
Tranzistor T_1 pracuje jako samokmitající směšovač. Z hlediska vf a mf signálu je zapojen jako zesilovač se společným emitorem, jako oscilátor pracuje v zapojení se společnou bází.

Na výstupu směšovače jsou po směšování produkty obou kmitočtů. Z nich potřebujeme jen rozdílový kmitočet. Ten vybíráme tak, že do kolektorového přívodu tranzistoru T_1 zařadíme paralelní rezonanční obvod, naladěný právě na tento mf kmitočet. (Na obr. 22 je označen jako $C_{m1} - L_{m1}$). Tento rezonanční obvod představuje kolektorovou zátěž tranzistoru. Nazýváme jej mezifrekvenční obvod nebo transformátor. Na mezifrekvenčním obvodu vzniká v případě rezonance s rozdílovým mf kmitočtem vf napětí, které je pak dále zesilováno. A protože mf obvod není nic jiného než běžný paralelní laděný obvod, má též na jednom kmitočtu – rezonančním – největší odpor pro střídavé proudy. Z Ohmova zákona vyplývá, že při průtoku proudu bude napětí na obvodu tím větší, čím větší je odpor stojící v cestě proudu. Je-li pak rezonanční kmitočet shodný s požadovaným rozdílovým kmitočtem – tj. při rezonanci, vzniká vlivem úbytku největší vf napětí na mf kmitočtu, zatímco ostatní kombinační produkty

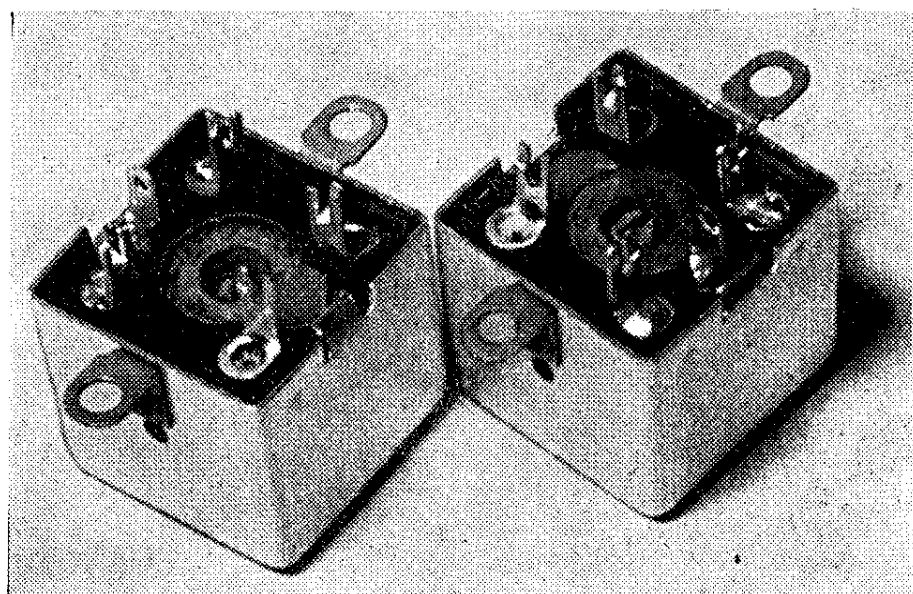
směšování procházejí se zanedbatelným úbytkem mf obvodem a kondenzátorem C_3 jsou svedeny do země. To proto, že odpor laděného mf obvodu pro jiné kmitočty než rezonanční je zanedbatelně malý.

Mf transformátory jsou vyráběny jako jednoduché laděné obvody, či jako zdvojené, tzv. pásmové filtry. V tranzistorových přijímačích se většinou používalo pro větší zisk (z důvodů menších ztrát) jednoduchých mf transformátorů – viz v zapojení vf části superhetového přijímače na obr. 23, obvody $MF1$, $MF2$ a $MF3$. Je to ovšem na úkor selektivity, protože rezonanční křivka jednoduchého rezonančního obvodu je poměrně plochá. Proto u modernějších a novějších zapojení se setkáme s pásmovým filtrem aspoň na prvním mf stupni – viz obr. 22, obvod $MF1$.

Na obr. 24 jsou miniaturní mf transformátory Tesla, na obr. 25 jsou velmi pěkné mf transformátory pardubického družstva Jiskra, které jsou vhodné pro amatérské použití. Mají proti předchozím asi dvojnásobně větší činitel jakosti ($Q = 120$), avšak poměrně velkou kmitočtovou tolerancí. Jsou určeny pro mf kmitočet 468 kHz, ale vzhledem k uvedeným tolerancím lze jich mnohdy bez úpravy (přidáním přidavného paralelního kondenzátoru či přivinutím asi 4 závitů) použít i na mf kmitočtu 452 kHz. Na další fotografii (obrázku 26) je ukázka amatérsky vyrobeného jednoduchého mf transformátoru na jádru stejného typu,



Obr. 24. Miniaturní mf transformátory (tzv. mezifrekvence) Tesla pro tranzistorové přijímače

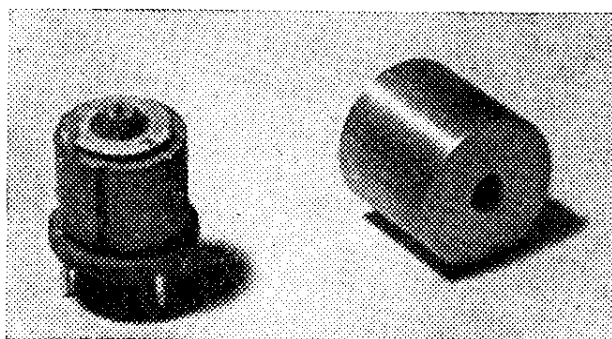


Obr. 25. Mezifrekvenční transformátory družstva Jiskra, typ MFTR 11, 20

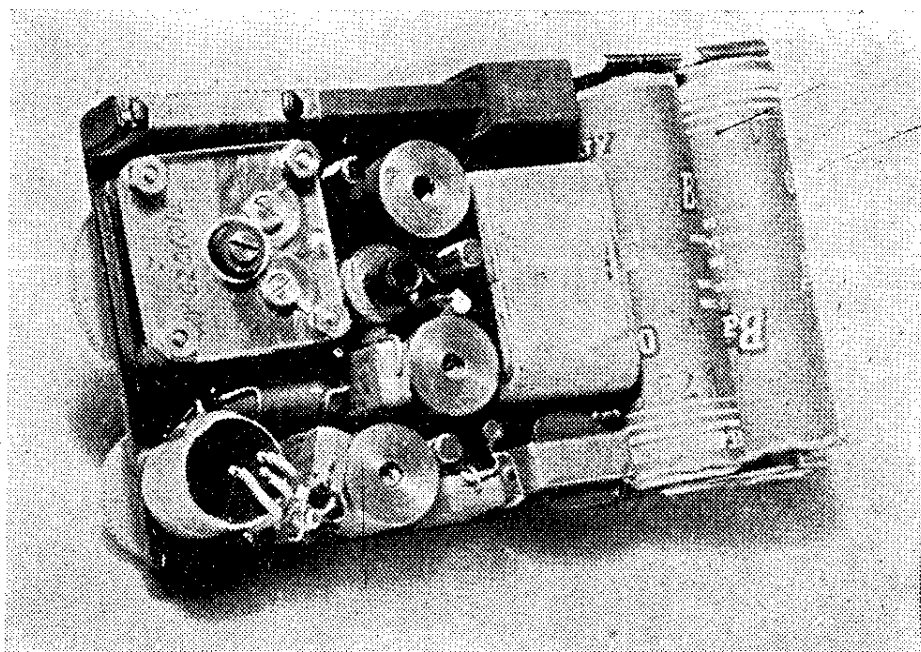
jako je používáno ve výrobcích Jiskra. Tranzistorový přijímač, osazený těmito mf obvody, je na obr. 27. Zapojení jeho vf a mf části odpovídá schématu z obr. 23.

Za směšovačem následuje v superhetu vlastní, obvykle vícestupňový mf zesilovač; zde leží jádro zesílení přijímače, jeho selektivita a vf citlivost.

Mf stupeň tvoří vf tranzistor spolu s mf obvody, napájecími (pracovními) odpory a blokovacími kondenzátory. První mf stupeň navazuje bezprostředně na výstup směšovače, respektive na vazební

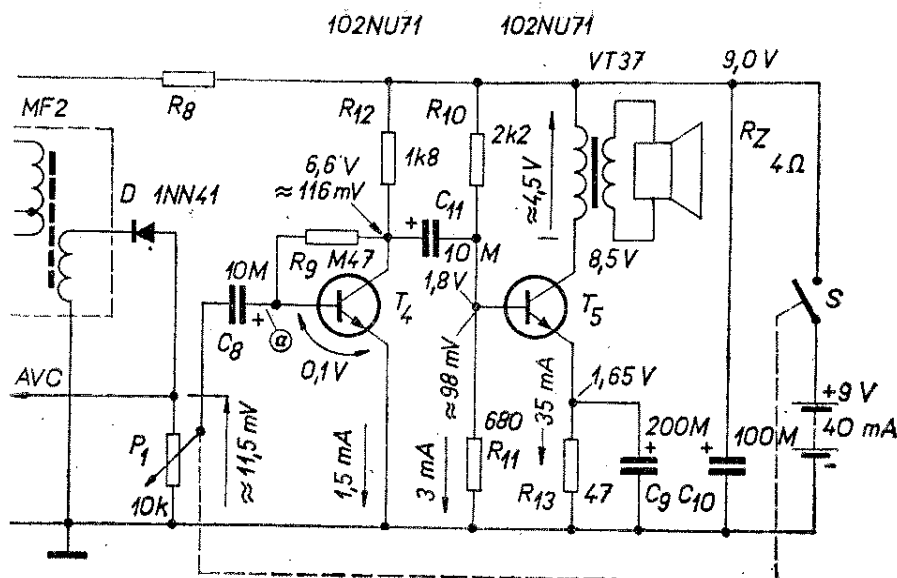


Obr. 26. Ukázka amatérsky vyrobených mf transformátorů s kolíkovými vývody pro plošné spoje



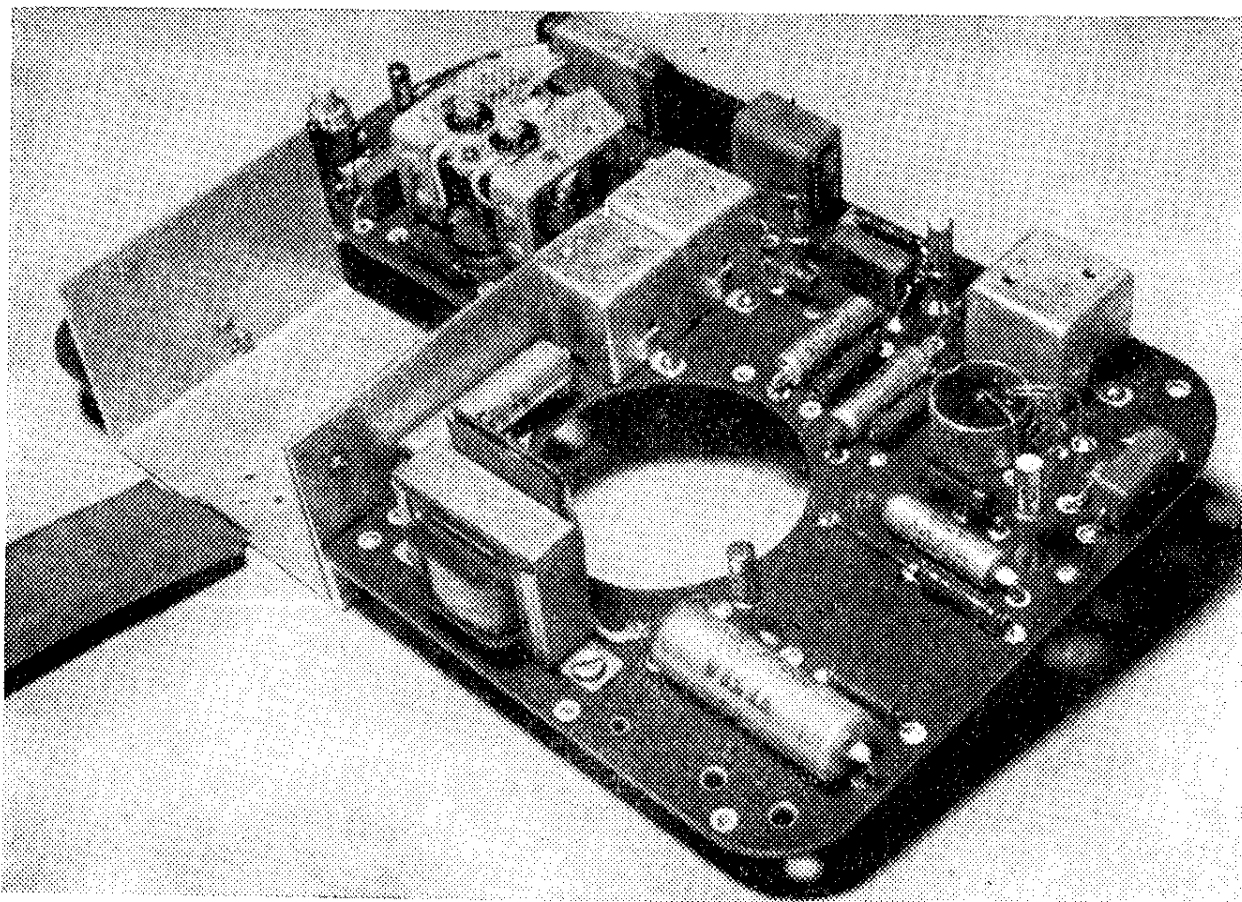
Obr. 27. Ukázka amatérské konstrukce tranzistorového kapesního superhetu

Obr. 28. Žapojení
nf zesilovače s jed-
nočinným koncovým
stupněm, pracují-
cím ve třídě A

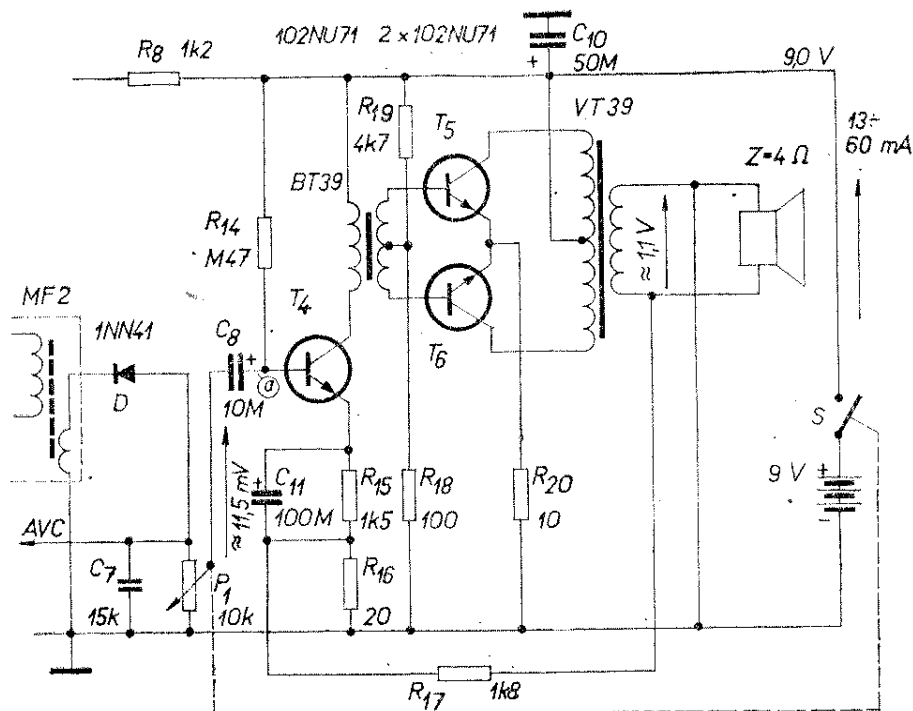


vinutí prvního mf transformátoru (na obr. 22 je to vazební vinutí L_{v1} dvojitého mf obvodu, vázaného vzájemně kapacitně kondenzátorem C_6). V kolektorovém obvodu T_2 se nachází obvykle další – v na-

šem případě druhý mf transformátor, jenž představuje pracovní zátěž tohoto stupně. Na jeho vazební vinutí (L_{v2}) je připojen další mf stupeň (viz obr. 23), nebo již známý detekční obvod. V kolek-



Obr. 29. Konstrukce amatérského tranzistorového superhetu s nf zesilovačem, zapojeným podle schématu na obr. 28



Obr. 30. Nf zesilovač s dvojčinným koncovým stupněm, pracujícím v třídě B

torovém obvodu některých stupňů může být též jako pracovní zátěž jen reálný odpor (viz zapojení dále uvedeného sedmitranzistorového superhetu); v tom případě hovoříme o neladěném – aperiodickém – mf zesilovači. Za detekčním obvodem se nachází regulátor hlasitosti P_1 , k němuž se připojuje nf zesilovač s reproduktorem a zdrojem provozního napětí.

Jako nf zesilovače můžeme použít dvoustupňového typu, jehož koncový stupeň je jednočinný, pracující ve třídě A (obr. 28). Ukázka provedení takového amatérské konstrukce je na obr. 29. Chceme-li využít napájecí baterie hospodárněji, použijeme nf zesilovače s dvojčinným koncovým stupněm, pracujícím ve třídě B, kde odběr napájecího proudu je úměrný nařizené hlasitosti reprodukce (čím je větší hlasitost, tím větší je odběr a opačně). Zapojení takového dnes již „klasického“ nf zesilovače je na obr. 30, ukázka konstrukčního uspořádání pak na obr. 31. Zapojení obou nf zesilovačů na obr. 28 a 30 je nakresleno i s detekční diodou a posledním mf obvodem. Při připojení za mf část superhetu (podle obr. 22 a 23) připojuje se kladný vývod kondenzátoru C_8 k bázi T_4 (tj. do bodu a na obr. 28 a 30).

11.2 Ukázky zapojení továrních tranzistorových přijímačů

Zapojení přenosných superhetů s tranzistory se dnes prakticky ustálilo asi tak, jako zapojení elektronkových superhetů. Jako příklad byla vybrána dvě zapojení pěti a šestitranzistorového přijímače.

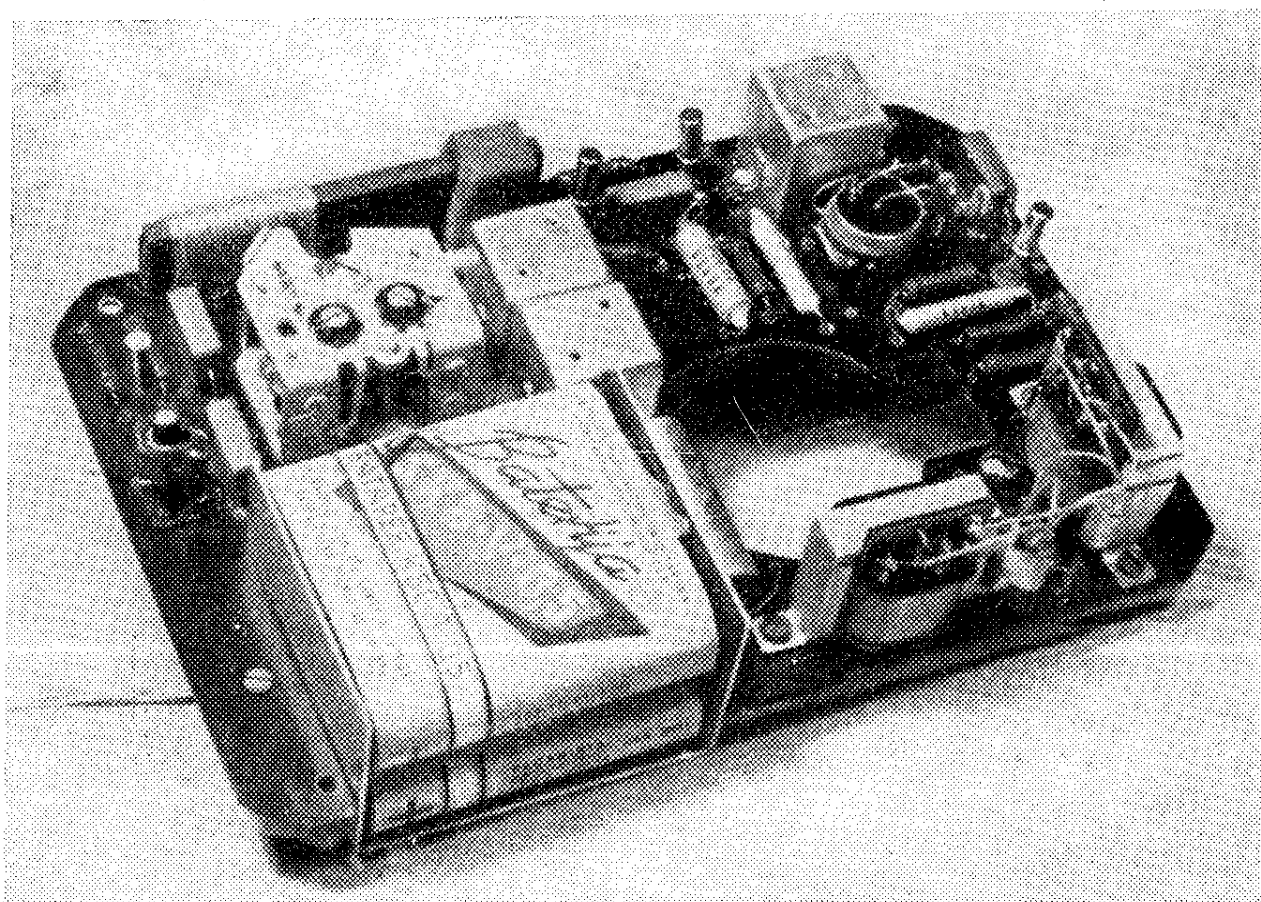
Na obr. 32 je zapojení kapesního superhetu, jenž je osazen pouze pěti tranzistory. Vstupní obvod tvoří feritová anténa volně vázaná na bázi tranzistoru T_1 , který pracuje jako samokmitající směšovač. Ladění ve středovlnném rozsahu 520 až 1600 kHz se děje nesymetrickým duálem C_1 – C_2 , takže odpadá vyvažovací padding ladicího obvodu oscilátoru. Mf zesilovač je vázán se směšovačem přes trojnásobný mf obvod 465 kHz, který dodává přijímači potřebnou selektivitu, takže v kolektoru T_2 postačí jednoduchý laděný obvod. Výhodou tohoto zapojení je menší intermodulační zkreslení v mf zesilovači, řízeném AVC. Veškerá selektivita je tak soustředěna do jednoho obvodu co „nejblíže“ k anténě, takže na bázi T_2 přichází prakticky jediný signál a nemůže proto vzniknout parazitní směšování dvou silných sousedních stanic. Jako detektor a usměrňovač pro AVC slouží dioda D_1 . Potencio-

metrem P_1 se nastavuje klidový proud báze T_2 (a tím i zisk tohoto stupně) a současně předpětí asi 150 mV pro D_1 , čímž se posunuje pracovní bod diody do příznivějšího místa ohybu charakteristiky. Tím se zlepší detekční účinnost a zmenší detekční zkreslení slabých signálů. Kondenzátorem C_N v sérii s R_N je mf zesilovač neutralizován. (Neutralizace mf stupně je takový zásah, kdy napětí, jež proniklo kapacitou přechodu kolektor – báze, je kompenzováno jiným pomocným napětím, přivedeným přes neutralizační kondenzátor ve vhodné fázi na bázi tranzistoru). Bližší bude uvedeno v popisu stavby sedmitranzistorového přijímače.

Nf zesilovač (počínající tranzistorem T_3) je transformátorem Tr_1 vázán na koncový stupeň třídy B. Všechny tranzistory mají tzv. můstkovou teplotní stabilizaci pracovního bodu, která je u koncového stupně ještě doplněna termisto-

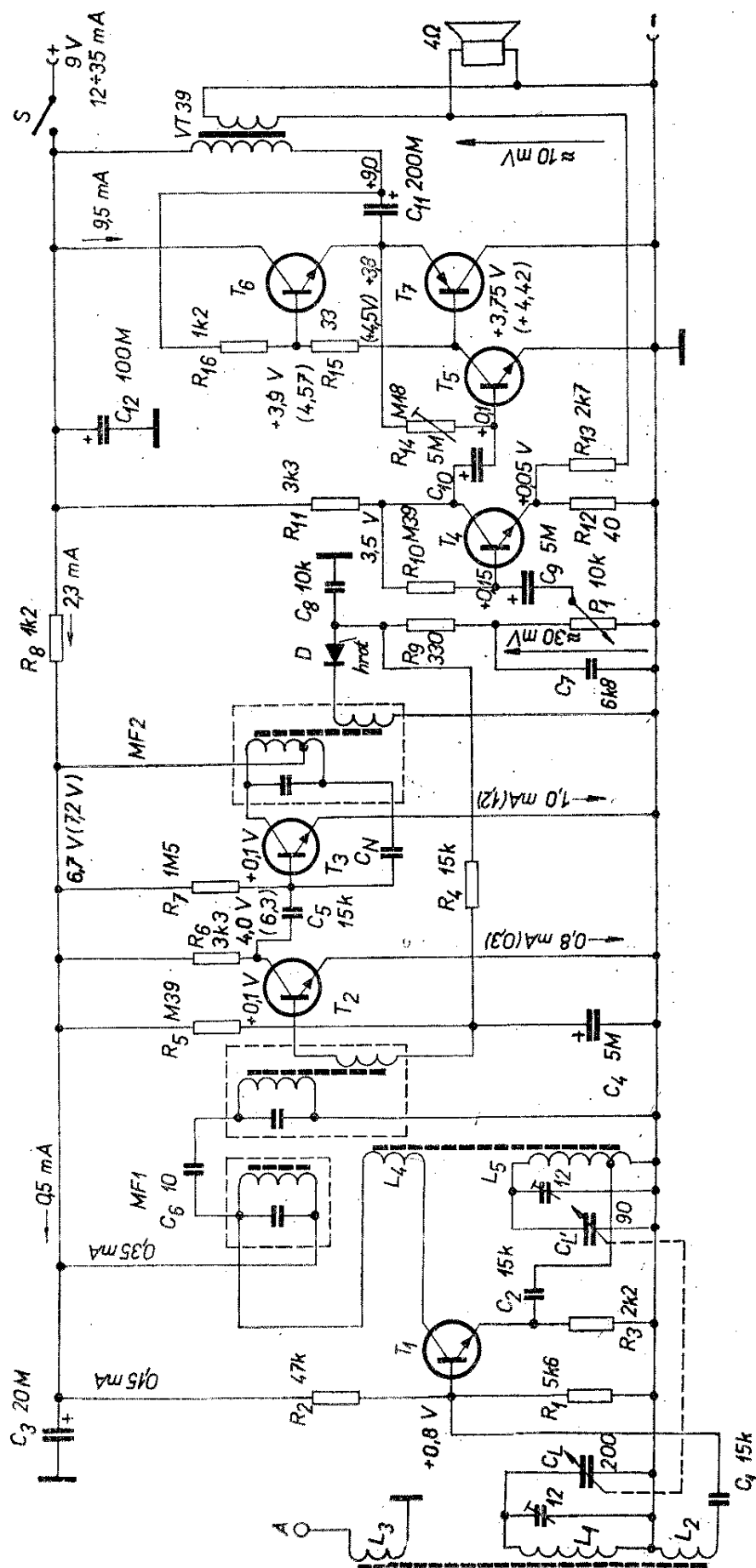
rem (odporem se záporným teplotním koeficientem). Celkový odběr přijímače je asi 12 mA bez signálu, maximální nf výkon při zkreslení 10 % je 250 mW.

Prakticky stejně je zapojen kapesní tranzistorový přijímač Sternchen firmy VEB-Stern-Radio v NDR – viz obr. 33. K dosažení vyšší vf citlivosti je použito dvou mf zesilovacích stupňů se třemi jednoduchými mf obvody s vysokým činitelem jakosti. V detekčním obvodu je zapojena dvojitá filtrace zbytků vf složky po demodulaci (odpor 1 k Ω a kondenzátory 20 nF před a za ním.) Z horního konce regulátoru hlasitosti je běžným způsobem zavedena stejnosměrná vazba do báze T_2 (přes odpor 6 k Ω), pracující ve funkci automatického vyrovnávání citlivosti (AVC). Obdobným způsobem, jako v uvedeném zapojení, jsou konstruovány kapesní tranzistorové přijímače cizozemské (japonské) a naší výroby.



Obr. 31. Konstrukce amatérského superhetu s nf zesilovačem, zapojeným podle schématu na obr. 30

156NU70 $h_{21e} = 100$ 152NU70 (155NU70) $h_{21e} = 50$ 152NU70 (155NU70) $h_{21e} = 60$ 2NN41 (1NN41) (102NU71) 102NU71 OC76



Obr. 36. Zapojení sedmitranzistorového superhetu. (Maximální amplituda nř signálu na kmitáče má být $\approx 1,0 \text{ V}$)

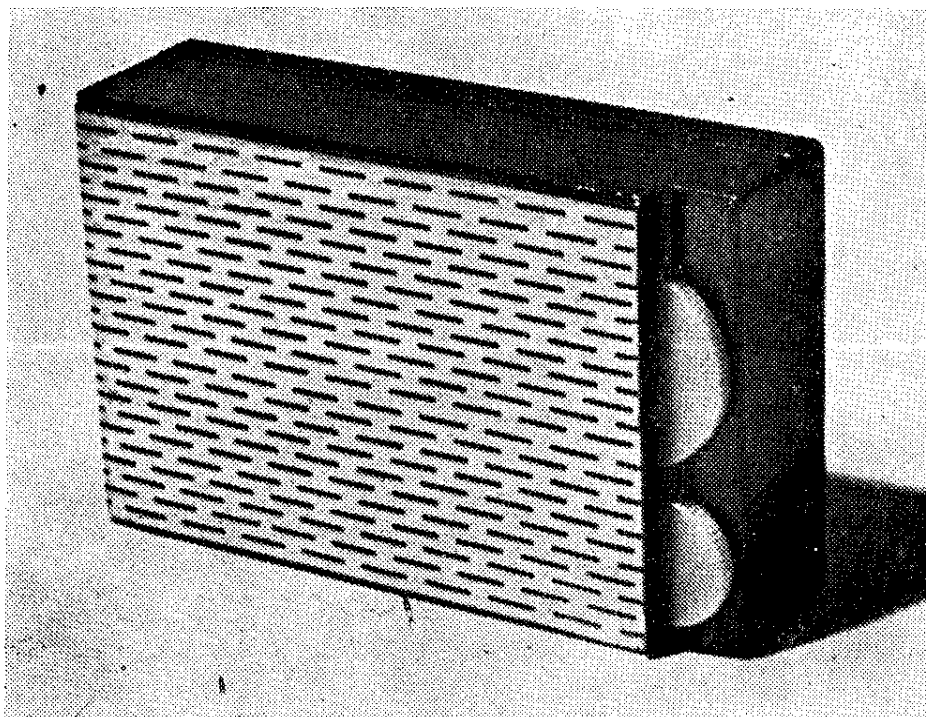
II.3 Reflexní třítranzistorový superhet

Tranzistorové přijímače pomalu, ale jistě vytlačují své elektronkové předchůdce. Tuto tendenci lze již pozorovat na používání tranzistorových přijímačů ve funkci tzv. „druhého přijímače“ v domácnosti. Přitom požadavky na tento druhý přijímač z hlediska citlivosti, selektivity a akustického výkonu nejsou příliš velké, protože jsou určeny především pro příjem místních stanic a pro poslech v menších místnostech. Z těchto důvodů jsou zapojení takovýchto přijímačů co nejjednodušší, aby jejich výrobní náklady (a též i provozní) byly co nejnižší a tak každému přístupné.

Zapojení tranzistorového superhetu, které je na obr. 35, odpovídá výše uvedeným požadavkům. Vstupní část s tranzistorem T_1 je zcela běžného zapojení. Naproti tomu druhý stupeň je zapojen reflexně. Tranzistor T_2 (156NU70) pracuje jako první mf zesilovač a současně též jako nízkofrekvenční předzesilovač – budič koncového stupně. Signál demodulovaný diodou D_1 , získaný na vazebním vinutí druhého mezifrekvenčního transformátoru, se totiž přivádí přímo zpět na bázi T_2 , z jehož kolektorového odporu R_1 je dále odebírán zesílený nf signál a přiváděn na bázi koncového tranzistoru T_3 .

Koncový stupeň (osazený tranzistorem 101NU71) je velmi jednoduchý (je jednočinný) a pracuje ve třídě A.

Protože spojení diody D_1 s bázi tranzistoru T_2 je přímé (galvanické), působí na tento tranzistor nejen nízkofrekvenční signál, ale i stejnosměrná složka usměrněného napětí. Tak je zisk T_2 samočinně řízen úměrně síle přijímaného signálu (příklad jedné z variant automatického vyrovnávání citlivosti). Toto řízení je velmi účinné, protože ovládá zesílení tranzistoru nejen pro mf kmitočet, ale i pro nf signál. Nízkofrekvenční zkreslení je však při silnějších signálech (obvykle při pořadech místních vysílačů) mnohem větší, než u neřízeného nf zesilovače. Z tohoto důvodu hrozí nebezpečí intermodulačního zkreslení. Proto též není zisk řízen za detekční diodou, ale přímo v mf části tím, že se potenciometrem P_1 zkratuje (utlumuje) vazební vinutí mezifrekvenčního transformátoru $MF1$. Výhoda tohoto řízení je též v tom, že při silnějších signálech, kdy odpor P_1 je menší, je mezifrekvenční transformátor více tlumen a má tudíž větší šířku pásma. Tak regulátor P_1 působí současně jako regulátor selektivity, který snižuje celkovou selektivitu tím více, čím silnější je přijímaný signál.



Obr. 34. Ukázka amatérského provedení skřínky a ovládacích prvků kapesního tranzistorového přijímače

Jak je patrné z celkové koncepce, je celé zapojení velmi jednoduché a přesto, že obsahuje reflexní stupeň (T_2), je vhodné pro amatérské účely. Při konstrukci je třeba jen se vyvarovat vzniku nežádoucí kladné vazby mezi oběma mezifrekvenčními transformátory $MF1$ a $MF2$. (Tato kladná vazba se projevuje při odtlumeném $MF1$ – tj. při vytočeném regulátoru P_1 na max. hlasitost – záznějovými hvizdy při ladění. Odstraníme ji zpravidla prohozením vývodů vazebního vinutí toho či onoho mf transformátoru.)

Celý přijímač je možno postavit do skříňky kapesního formátu, což dovoluje poměrně malý počet použitých součástí (obr. 34). Místo nepraktické a v provozu drahé miniaturní devítivoltové baterie je vhodnější používat dvou kulatých baterií typu B220 – tj. provozního napětí 6 V. V tom případě je však nutno volit poněkud menší velikost horního členu děliče, upravujícího předpětí báze T_3 . (Kolektorový proud koncového tranzistoru má činit asi 12 mA).

III. Sedmitranzistorový přijímač, konstrukce a návod

Nyní, kdy jsme si již prošli různé druhy tranzistorových přijímačů, a to od toho jednoduchého zapojení až k superhetu, uvedeme v této závěrečné části kompletní návod na sedmitranzistorový superhet. Protože dále předpokládáme, že takovýto přijímač bude cílem všech konstruktérů, je jeho popis včetně konstrukčních částí podrobně rozepsán formou návodu, včetně nezbytných konstrukčních detailů, stavby a povrchové úpravy skříně.

Technické vlastnosti

Osazení: 156NU70 – 1×, 152NU70 – 2×, 1NN41 – 1×, 102NU71 – 2×, 107NU71 – 1×, 0C76 – 1×.

Napájení: dvě ploché baterie typu B 310 nebo B 313, zapojené v sérii, tj. 9 V.

Příkon: 0,36 W (při odběru 40 mA).

Výstupní výkon: 250 mW (měřeno na referenčním kmitočtu 1 kHz).

Vlnový rozsah: 527 ÷ 1525 kHz.

Mezifrekvenční kmitočet: 452 kHz.

Vysokofrekvenční citlivost (pro výstupní výkon 5 mW): lepší než 1 mV/m.

Nízkofrekvenční citlivost (pro výstupní výkon 250 mW): 16 mV.

Počet laděných obvodů: 5.

Koncový stupeň: dvoučinný, pracující ve třídě B.

Reproduktor: dynamický, ARE 489, $Z = 4 \Omega$.

Rozměry: hloubka 80 mm, výška 155 mm, šířka 225 mm.

Váha: asi 1,4 kg.

Anténa: vestavěná feritová, možnost připojení vnější antény.

Propojení: provedeno metodou plošných spojů.

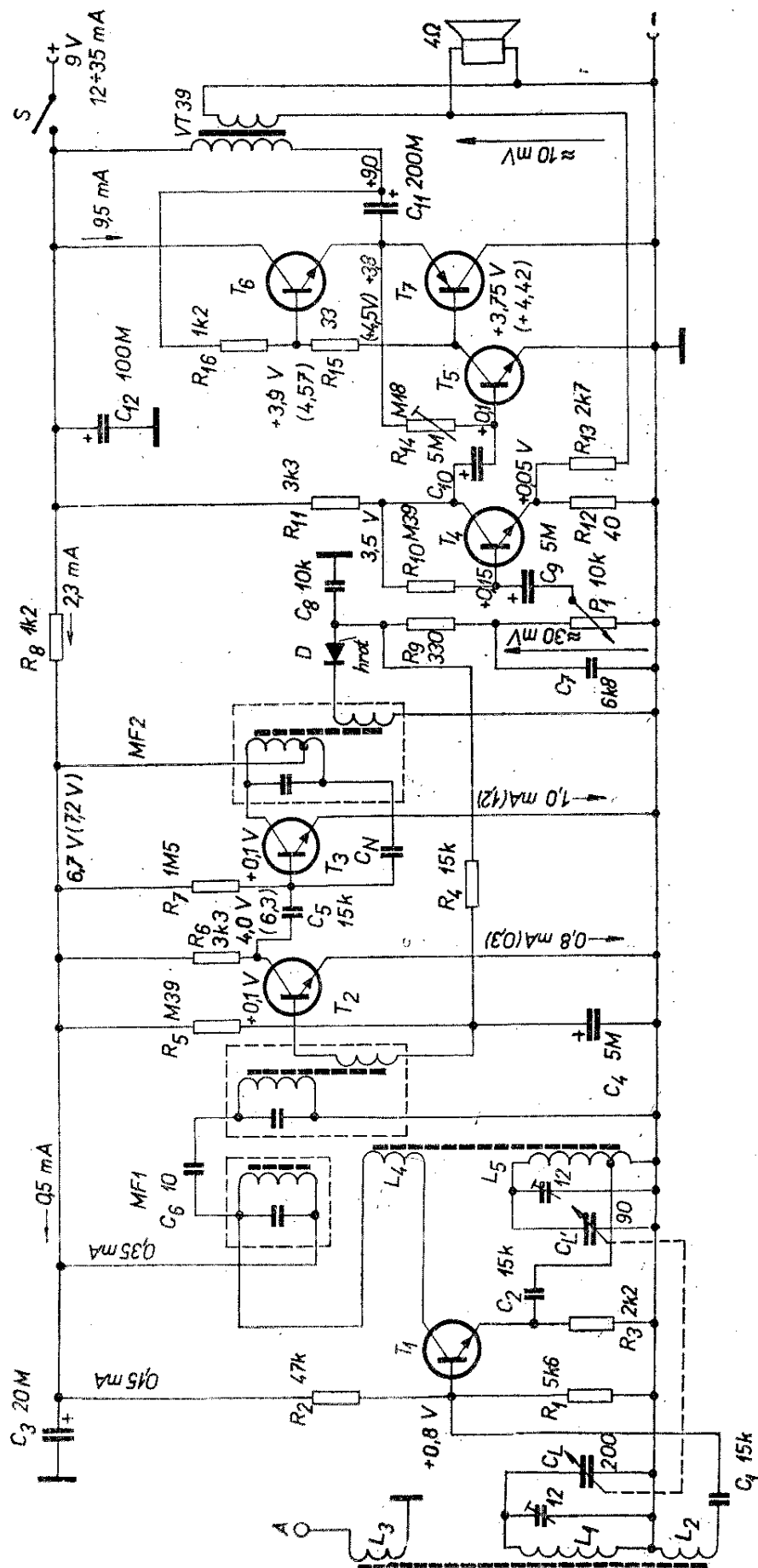
III.1 Popis zapojení

a) Vysokofrekvenční část

Zapojení celého přijímače je na obr. 36. Přijímané signály se indukují do vestavěné feritové antény (L_1), která s jednou polovinou kondenzátoru C_L tvoří vstupní laděný obvod. Jím se vyladuje žádaný kmitočet vysílače, jehož nakmitaný signál pak postupuje dále na bázi tranzistoru T_1 (prostřednictvím transformační cívky L_2 a vazebního kondenzátoru C_1), kde se mísí aditivním směřováním se signály oscilátoru (L_4 , L_5 , C_L'). Potřebné pracovní předpětí báze T_1 se získává na odporovém děliči, složeném z odporů R_2 a R_1 . Při příliš slabých signálech je možno použít venkovní, tzv. dlouhé antény, kterou připojujeme do zdířky A na vývod cívky L_3 . Odtud se signál indukci opět dostává na L_1 . Vazba mezi cívkami L_1 a L_3 je volena tak, aby připojení svodu od venkovní antény nerozladovalo vstupní ladicí obvod.

Obvod oscilátoru je laděn změnou kapacity kondenzátoru C_L' v souběhu se vstupním obvodem tj. tak, aby po aditivním smísení (vstupního přijímaného signálu a oscilátoru) v jakékoliv poloze kondenzátoru $C_L - C_L'$ vznikl signál o konstantním mf kmitočtu (452 kHz). Laděný obvod oscilátoru je přizpůsoben impedanci emitoru T_1 , s nímž je přes oddě-

156NU70 $h_{21e} = 100$	152NU70 (155NU70) $h_{21e} = 50$	152NU70 (155NU70) $h_{21e} = 60$	2NN41 (1NN41)	107NU70 (102NU71)	102NU71 OC76
----------------------------	--	--	------------------	----------------------	-----------------



Obr. 36. Zapojení sedmitranzistorového superhetu. (Maximální amplituda nř signálu na kmitačce má být $\approx 1,0\text{ V}$)

lovací kondenzátor C_2 vázán na odbočku cívk L_5 . Zpětnovazební napětí vzniká na cívce L_4 , která je zařazena v obvodu kolektoru T_1 . S ohledem na změny dynamických hodnot tranzistoru (změnou velikosti napájecího napětí) jsou oba laděné obvody vázány s elektrodami tranzistoru jen zcela volně a k omezení teplotních změn přispívá dále stabilizace, provedená v pracovním bodě odporem R_3 , zapojeným do emitoru.

Z hlediska vf a mf signálu pracuje tedy tranzistor T_1 jako zesilovač se společným emitorem, z hlediska oscilátoru pak v zapojení se společnouází. Protože ladění provádíme nesymetrickým duálem $C_L - C_L'$, odpadá obvyklý sériový kondenzátor kmitavého obvodu oscilátoru (padding).

Vazba na první mf zesilovač je provedena přes dvojnásobný mf filtr 452 kHz, který dodává přijímači potřebnou selektivitu. Tento filtr tvoří tzv. pásmovou propust, jejíž rezonanční charakteristika se daleko více blíží ideálnímu požadovanému průběhu, než charakteristika jednoduchého filtru. Výhodou tohoto zapojení je menší intermodulace v řízeném mf zesilovači. Veškerá selektivita je totiž soustředěna směrem „co nejbližší k anténě“, takže na bázi T_2 přichází prakticky jediný signál a nemůže proto v T_2 vzniknout křížová modulace (parazitním směřováním dvou sousedních stanic), i když T_2 pracuje vlivem řízení AVC v nelineární části charakteristiky (viz článek: inž. J. Navrátil, Soustředěná selektivita, AR 5/62, str. 138).

Vazba mezi jednotlivými filtry pásmové propusti je kapacitní a uskutečňujeme ji kondenzátorem C_6 , jehož velikostí je určeno, zda je vazba nad- či podkritická.

Báze prvního mf tranzistoru je připojena k druhému filtru pásmové propusti pomocí vazební vinutí, jímž je přizpůsoben její malý vstupní odpor k velkému odporu kmitavého obvodu filtru. Předpětí báze se získává z děliče tvořeného odpory R_5 a R_4 . Vhodnou volbou velikosti odporu R_5 je seřízen pracovní bod tranzistoru T_2 a tím i citlivost mf zesilovače. Se snižováním hodnoty R_5 až do určité hranice, tj. od 0,5 MΩ až do asi 0,1 MΩ citlivost mf zesilovače stoupá,

avšak zároveň s tím stoupá i kolektorový proud tranzistoru a s tím i nežádoucí šum. Poměrná velikost šumu je ovlivněna i proudovým zesilovacím činitelem h_{21e} použitého tranzistoru. Z tohoto důvodu nemá být u T_2 větší než 50. V kolektorovém obvodu tranzistoru T_2 se nenachází již obvyklý laděný obvod. Tento stupeň je řešen jako aperiodický, tzn. neladěný, s obyčejnou odporovou vazbou podobně jako u nf zesilovačů. Z toho ovšem vyplývá poněkud menší zisk, naproti tomu odpadá náchylnost k oscilacím a nutnost provedení neutralizace. Je tedy popsané zapojení zvláště vhodné pro amatérské účely, protože neutralizace několika mf stupňů vyvolává u méně zkušených pracovníků značné potíže.

Cesta mf signálu jde tedy z kolektoru T_2 přes vazební kondenzátor C_5 na bázi tranzistoru T_3 , druhého mf zesilovače. Předpětí báze T_3 se získává odporem R_7 . V kolektorovém obvodu T_3 se nachází druhý mf transformátor, tentokrát již jen jako jednoduchý filtr. Jeho vazební vinutí je jedním koncem uzemněno, druhým pak připojeno na detekční diodu D , za níž následuje regulátor hlasitosti P_1 a k němu paralelně připojený kondenzátor C_7 . Tento kondenzátor filtruje vf složku demodulovaného signálu. Současně je za diodou snímána detekcí vzniklá stejnosměrná složka, již používáme pro automatické vyrovňování citlivosti (AVC). Toto stejnosměrné napětí, jehož velikost je úměrná amplitudě přijímaného signálu, přivádíme odporem R_4 na kondenzátor C_4 a spodní „studný“ konec vazební cívk jdoucí do báze T_2 . Čím větší je amplituda demodulovaného signálu, tím větší je i úroveň stejnosměrné složky, přivedené na bázi T_2 , kde se odečítá od jejího předpětí a tak více či méně tranzistor uzavírá. Tak se automaticky řídí zisk mf stupně při silných stanicích, neboť jinak by docházelo k přebuzení koncového zesilovače. Velikost kapacity kondenzátoru C_4 musí být řádu μF , čímž je napětí udržováno na vyrovnané úrovni, nemění se v rytmu modulace. Současně se však trojčlenným děličem, složeným z odporů R_5 , R_4 a P_1 , dostává též vhodná část předpětí na diodu, jejíž charakteristika je tak příznivě ovliv-

něna, tj. posunuta, že detekuje i velmi slabé signály.

Z uvedeného vyplývá, že je důležité zachovat správnou polaritu demodulační diody, nemá-li dojít k narušení její činnosti a k vysazení AVC. Špatně položenou diodu poznáme podle toho, že každá silnější stanice doslova „burácí“, neboť AVC pak působí jako kladná zpětná vazba, a při ladění se mohou popřípadě vyskytnout hvizdy. Zato však slabé cizí stanice vůbec nezachytíme, neboť dioda nedetekuje vlivem nesprávného předpětí. O správnosti připojení diody se přesvědčíme voltmetrem při měření napětí na kolektoru T_2 . Není-li vyladěna žádná stanice, pak napětí proti zemi je nízké, asi 4,0 V. Při vyladění na místní vysílač začne působit AVC: pracovní bod se posune vlivem změny předpětí, tím se tranzistor uzavírá. To se jasně projeví poklesem kolektorového proudu, pak je pochopitelně úbytek napětí na pracovním odporu R_6 menší a na měřicím přístroji tudíž zaznamenáme vzestup napětí (v našem případě až na asi 6,7 V).

Protože však kolektorová kapacita tranzistoru T_3 způsobuje zápornou zpětnou vazbu, která zmenšuje zesílení a protože dále chceme vyrovnat úbytek zisku vlivem použití aperiodického předchozího stupně, zavádíme úmyslně neutralizaci tranzistoru T_3 pomocí kondenzátoru C_N . Jeho hodnota je volena tak velká, že nejen kolektorovou kapacitu neutralizuje, ale zavádí ještě přidavnou kladnou zpětnou vazbu, která zisk stupně značně zvětší. Tranzistor na tomto stupni má mít proudový zesilovací činitel h_{21e} asi 80, vyhoví však jakýkoliv typu 152NU70. Zbývá zde jen zdůraznit, že mf transformátory jsou výrobcem určeny pro mf kmitočet 468 kHz, tedy poněkud vyšší, než jaký je použit (tj. 452 kHz – z důvodu nesymetrického duálu a již hotové oscilátorové cívky). Aby bylo možno mf transformátory doladit na požadovaný kmitočet, je nutno jádra jejich cívek zašroubovat téměř úplně na doraz, tj. dovnitř. Protože při tomto způsobu není vždy možno pro výrobní tolerance dosáhnout maximální citlivosti, doporučuji ke každému mf transformátoru připojit paralelně keramický či styrofle-

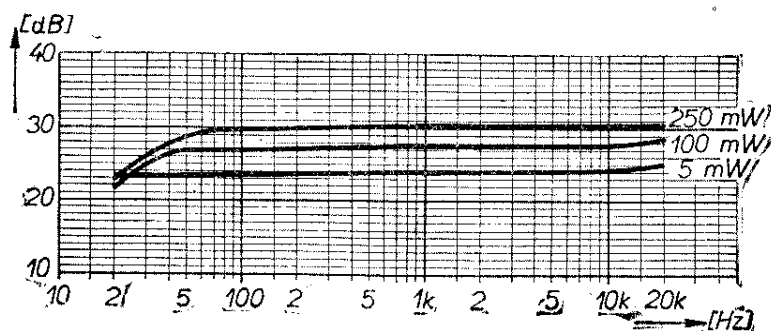
xový kondenzátor o kapacitě 50 pF. Tím se sníží rezonanční kmitočet mf filtrů na požadovaných 452 kHz. Pak bude poloha jádra cívek taková, že jádro po vyladění bude vyčnívat asi jednou třetinou od příruby železového hrníčku.

Pokud se týká obvodu detekce, obsahuje ještě filtrační člen RC, skládající se z odporu R_9 a kondenzátoru C_8 . Člen odstraňuje pronikání zbytků vf napětí po detekci do mf zesilovače.

b) Nízkofrekvenční část

Na detekční obvod navazuje již nízkofrekvenční část našeho přijímače, která je osazena tranzistory $T_4 \div T_7$. Nf zesilovač je třístupňový a mimo značné citlivosti se vyznačuje velmi malým zkreslením a při použití vhodného reproduktoru a ozvučnice též jakostním přednesem. Zesilovač je souměrný – protitaktní a pracuje v hospodárné třídě B, kde odběr proudu je úměrný intenzitě reprodukce.

Vlastní koncový stupeň je osazen dvojicí tzv. doplňkových tranzistorů, tj. tranzistorů obou vodivostí (T_6 – 102NU71 s vodivostí npn, T_7 – 0C76 s vodivostí pnp). Celý nf zesilovač je osazen celkem čtyřmi tranzistory a je s výhradou T_4 stejnosměrně vázaný. Ačkoli se jedná o zesilovač typu PPP (push-pull-parallel), kde koncové tranzistory pracují prakticky s polovičním napájecím napětím U_b , je citlivost značná – a to 16 mV pro plný výkon 250 mW. Koncepce zesilovače je odvozena od známého zapojení zahraničního kontrolního zesilovače RCA, vyznačujícího se malým zkreslením a širokým kmitočtovým přenosovým pásmem [16]. Přiložená kmitočtová charakteristika (obr. 37) ostatně dokládá, že přes použití výstupního transformátoru je velmi vyrovnaná: –3 dB v pásmu 40 Hz až 20 kHz, –1 dB v pásmu 70 Hz až 20 kHz (měřeno za výstupním transformátorem na zatěžovacím odporu $R_z = 4 \Omega$). Harmonické zkreslení činí při plném výkonu 250 mW na kmitočtu 1 kHz 1,7 %, při výkonu 100 mW a kmitočtu 1 kHz již jen 1,4 %. Při plném výkonu v celém tónovém spektru nepřestoupí zkreslení 2,6 %.



Obr. 37. Kmitočtová charakteristika nf části přijímače

Nízkofrekvenční část začíná tedy regulátorem hlasitosti P_1 , z jehož běžce přivádíme přes vazební kondenzátor C_9 nf signál na bázi tranzistoru T_4 . Tento stupeň, osazený tranzistorem 107NU70, pracuje jako běžně používaný předzesilovač. Je třeba si jen povšimnout, že jeho emitorový odpor je neblokováný, neboť je do něho zavedena pasivní část zpětnovazební smyčky, která jde ze sekundárního vinutí výstupního transformátoru přes odpor R_{13} . Tato záporná vazba činí 9 dB. Silnější vazbu než 12 dB nelze v tomto zapojení zavést, neboť pak se již začne uplatňovat nežádoucí rozptylová indukčnost výstupního transformátoru VT39, což by vedlo k nestabilitě, popřípadě k oscilacím. Hodnota 9 dB je však více než postačující, neboť zkreslení i útlumová charakteristika jsou velmi dobré (viz výše uvedené parametry).

Po zesílení odebrává se nf signál z pracovního kolektorového odporu R_{11} přes vazební kondenzátor C_{10} na bázi budičeho stupně T_5 . Pracovní odpor budiče tvoří R_{16} , jenž je napojen za výstupní vazební kondenzátor C_{11} k primárnímu vinutí výstupního transformátoru. Tímto napojením je zavedena kladná zpětná vazba, která výhodně prodlužuje pracovní charakteristiku tranzistoru T_6 . Předpětí budiče T_5 je odvozeno z emitorů doplňkové dvojice koncových tranzistorů a je upraveno na vhodnou velikost odporem R_{14} , čímž je zároveň zavedena další záporná zpětná vazba, upravující útlumovou charakteristiku celého zesilovače. Velikostí odporu R_{15} je nastaven klidový proud komplementární koncové dvojice T_6 a T_7 do třídy B. Tento odpor slouží zároveň jako oddělovací, respektive vyrovnávací pro předpětí tranzistorů T_6 a T_7 . Z hlediska zesíleného signálu, ode-

bíraného z kolektoru tranzistoru T_5 je velikost odporu R_{15} zanedbatelná, takže koncová dvojice tranzistorů je buzena společně do svých bází. Avšak protože dvojice koncových tranzistorů je doplňková – opačné vodivosti – zesiluje každý z ní jen tu polovinu amplitudy střídavého signálu, která jej otevírá – a to více či méně, vždy úměrně velikosti rozkmitu.

Výstupní transformátor je miniaturní, typu Jiskra VT 39, jehož obě primární vinutí jsou zapojena paralelně (při pohledu na destičku s pájecími očky je nutno propojit první s třetím a druhé se čtvrtým očkem), čímž je dosaženo požadovaného převodu pro maximální přenos výkonu. Při plném vybuzení je na kmitačce čtyřrohového reproduktoru maximální rozkmit střídavého signálu 1,0 V, což odpovídá výkonu 250 mW.

Vlastní výstup doplňkové dvojice se tedy nachází v bodě, kde jsou oba emitory tranzistorů T_6 a T_7 spojeny, tj. u kondenzátoru C_{11} . Zde tedy obdržíme složenou horní i dolní část amplitudy signálu po jeho výkonovém zesílení. Kondenzátor C_{11} je oddělovacím kondenzátorem z hlediska stejnosměrného napájení, ale z hlediska střídavého signálu pracuje jako vazební, kterým signál prochází na primární vinutí výstupního transformátoru.

Je samozřejmé, že proudový zesilovací činitel h_{21e} obou tranzistorů má být pokud možno shodný. Není-li tomu tak, pak jedna polovina (horní nebo dolní) amplitudy střídavého symetrického signálu se zesílí více než druhá. Rozptyl zesilovacích činitelů však může činit až 20 %, aniž se značně projeví, neboť záporná zpětná vazba účinně vyrovnává vzájemné odchylky. Je však pochopitelné, že pro koncovou dvojici vybereme vždy tranzistory o přibližně stejném zesilovacím

činiteli, který u předepsaných typů se pohybuje běžně kolem 90.

Aby se zabránilo motorování případnou nežádoucí zpětnou vazbou vlivem zesláblé baterie, je použit filtrační kondenzátor C_{12} . Obdobný účinek pro tranzistor T_1 , T_2 a T_3 má i člen RC , složený z odporu R_8 a kondenzátoru C_3 .

Třebaže maximální výstupní výkon činí 250 mW při jmenovitém napětí baterie 9 V, nedochází při hlasité reprodukci k zahřívání koncové dvojice T_6 a T_7 . To proto, že střední proud se pohybuje kolem 17 mA a proudové špičky, které dosahují až 40 mA, jsou řídké a velmi krátkodobé. Z toho důvodu nemusí mít tyto tranzistory chladicí křídélko. Protože však výstupní transformátor VT 39 je již opatřen jedním takovým chladicím křídélkem, využijeme je pro tranzistor T_6 , který má v provozu přiloženo poněkud větší napětí než T_7 . Je též možné z měděného plechu vyrobit podobné chladicí křídélko pro T_6 a připájet je k držáku výstupního transformátoru, čímž bude zajištěno chlazení obou koncových tranzistorů.

Při uvádění do chodu nevyžaduje nf část přijímače žádných zvláštních opatření, dodrží-li se ovšem předepsané typy tranzistorů. V případě nahrazení podobnými typy je nutné změnou velikosti odporu R_{14} nastavit pracovní body koncových tranzistorů tak, aby při přebuzení docházelo k symetrické limitaci zkušebního sinusového signálu 1 kHz, tj. k symetrickému odřezávání horních i dolních špiček sinusovky. Dále je třeba vhodnou velikostí odporu R_{15} nastavit klidový proud koncové dvojice. Přitom je třeba mít na paměti, že čím nižší je velikost R_{15} , tím menší je i klidový proud a opačně, zvětšováním R_{15} klidový proud roste, takže lze případně přejít i do třídy AB. V našem případě je klidový proud nastaven přibližně na 9 mA.

Nejjednodušší seřízení koncového stupně a zároveň i nejsprávnější je pomocí tónového generátoru, jehož výstup připojíme na bázi tranzistoru T_4 (nebo na běžec potenciometru P_1). Sinusovým signálem pak budíme nízkofrekvenční část, a tvar tohoto signálu po zesílení sledujeme na stínítku osciloskopu, který je

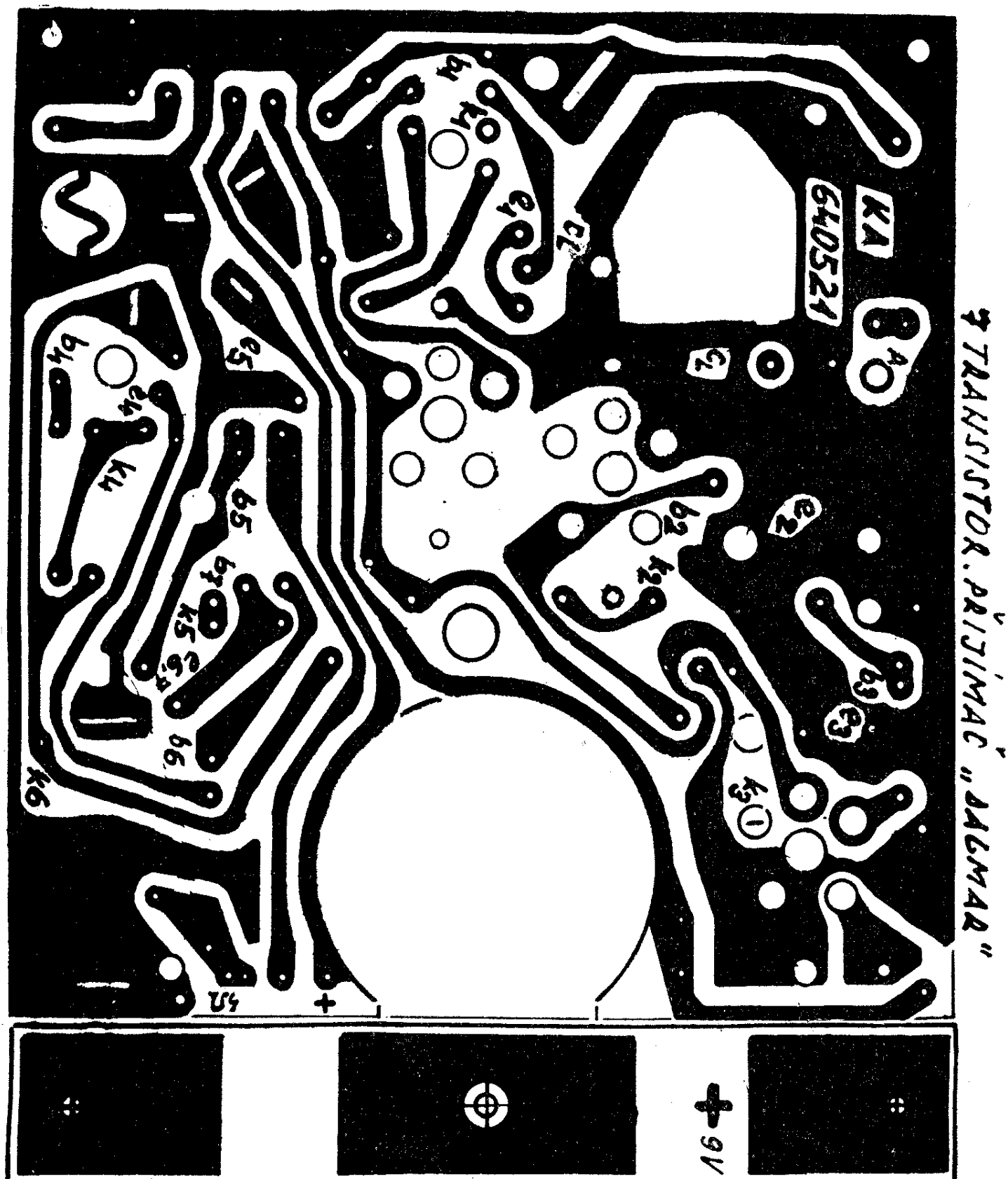
připojen paralelně ke kmitačce použitého reproduktoru nebo náhradnímu zatěžovacímu odporu $R_z = 4 \Omega$. Je-li tvar sledovaného signálu na osciloskopu nesoúměrný, měníme velikost potenciometrového trimru (připájeného místo odporu R_{14}) tak dlouho, při vhodně nastavené amplitudě budicího signálu (16 mV), až při zvýšení amplitudy dochází k současné limitaci horní a dolní půlvlny – což je na stínítku dobře pozorovatelné. Pak trimr opatrně z přijímače odpájíme a zjistíme přeměřením ohmmetrem, jaká je velikost nastaveného odporu. Hmotovým odporem, jehož velikost odpovídá změřené hodnotě, nahradíme potenciometrový trimr a zapájíme jej do nosné desky.

Vzhledem k tomu, že vazební kondenzátor C_{11} musí přenášet bez znatelného poklesu i hluboké tóny, musí být jeho kapacita dostatečně velká (a tím i jeho reaktance malá). Vycházíme-li z toho, že optimální zatěžovací impedance se pohybuje kolem 25Ω , vystačíme s kapacitou $200 \mu F$.

III.2 Pokyny ke stavbě tranzistorového přijímače

Přijímač je konstruován s ohledem na použití plošných spojů, na nichž je montáž poměrně málo pracná a přehledná, takže nemůže dojít k vážným chybám. Zájemci o domácí výrobu plošné desky mohou použít obr. 38, na němž je nakreslen geometrický tvar spojů. Pro ně uvádím v dalším ten nejjednodušší způsob amatérské výroby; postupujeme tak, že na desku, plátovanou měděnou fólií, nakreslíme měkkou tužkou podle předlohy geometrický tvar spojů. Před kreslením pochopitelně očistíme fólii desky a zdrsíme ji jemným smirkovým papírem. Aby byly jednotlivé spoje správně nakresleny, je dobré k desce připevnit kopírovací papír, na něj předlohu, a pak kulčkovou tužkou obtáhnout obrysy spojů a pájecí body. Potom odstraníme předlohu s kopírovacím papírem a tužkou opravíme nejasná místa a body.

Po nakreslení obrazce ponoříme celou desku do roztaveného, nepřiliš horkého parafínu, který roztavíme v kovové misce dostatečně velké na požadovanou



Obr. 38. Geometrický tvar plošných spojů. (Zájemci si mohou desku s plošnými spoji objednat u družstva Mechanika, Teplice, provozovna Chomutov, Hornická 2215, pod č. KA 640521)

$$40 \cdot \frac{1}{65} R_K$$

teplotu. Asi po dvou minutách desku vyndáme a necháme ji odkapat. Na destičce vznikne po vychladnutí průhledná celistvá vrstva parafinu, pod níž je tužková kresba dostatečně výrazná a zřetelná.

Jakmile tedy destička vychladne a parafin ztverdne, vyryjeme hrotem vyřazené kuličkové tužky do parafinové emulze předkreslené čáry a body. Odryté drobtý odstraňujeme malým štětečkem. Rytí provádíme nepřilíš velkým tlakem, abychom nepoškodili soudržnost krycí vrstvy parafinu s fólií (prozradí se bílým matným zabarvením), avšak tak, aby dělicí čáry byly čisté, aby tak leptací roztok se mohl všude v dělicích čarách dostat k mědi. Po skončení rytí a vyčistění čar štětcem již následuje leptání.

Leptání desky provádíme v novodurové misce v lázni z roztoku chloridu železitého. Podle koncentrace roztoku, respektive podle jeho nasycení trvá samotné leptání 10 minut až jednu hodinu.

Asi tak po pěti minutách leptání je třeba desku vyjmout z lázně, opláchnout a pohledem zkontrolovat, jak dalece pokročilo leptání. Tak zjistíme, jak dalece byly dělicí čáry vyčistěné, zda v nich dochází k úplnému odleptání fólie v celé šíři. Není-li tomu tak, odstraníme překážející izolující parafin dodatečným zásahem rydla. Dále pak zjistíme, zda případným odchlípnutím parafinové vrstvy nedochází k odleptání spojů. V tom případě nahřejeme parafinovou emulzi nad dotýčným místem pistolovým pájedlem, začistíme po jeho vychladnutí jeho obrysy podle předlohy a pokračujeme v leptání. Po ukončení opláchneme destičku v tekoucí vodě a usušíme. Parafin smyjeme pomocí benzenu hadříkem a kartáčkem.

III.3 Příprava základní desky s plošnými spoji

Použijeme-li desky s plošnými spoji, spočívá montáž v tom, že desku nejprve čistě ořízneme na žádaný rozměr, pak vyřízneme kruhový otvor pro reproduktor a výřez pro držák baterií. Dále vyvrtáme vrtáčkem o \varnothing 1,1 mm všechny vyznačené otvory (obr. 39). Otvory pro

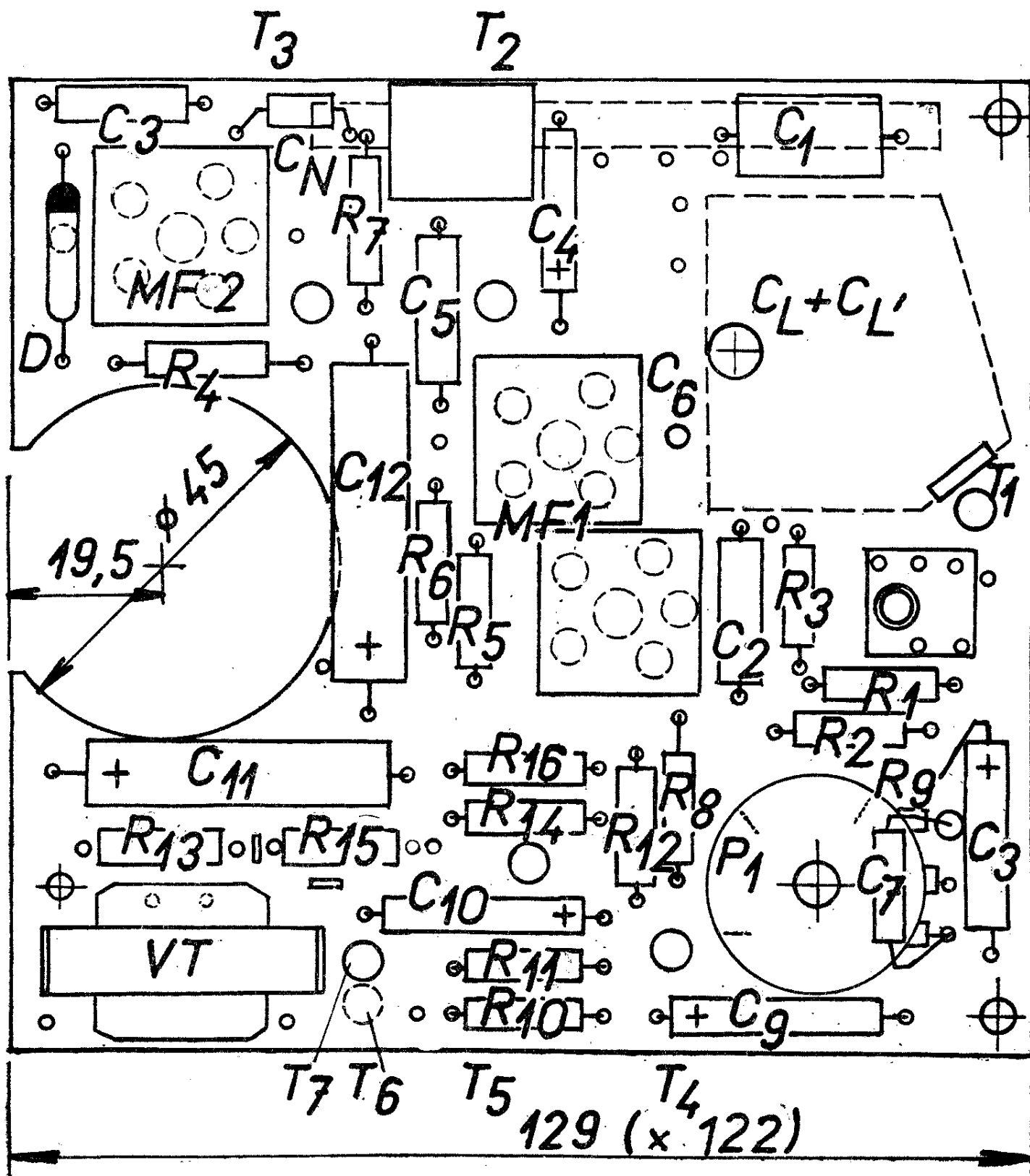
tranzistory rozšíříme na \varnothing 5,5 mm; na tentýž průměr rozšíříme i otvory pro přístup k doladovacím jádrům mf transformátorů a oscilátorové cívky. Otvor pro nýtovací příchytka má \varnothing 7 mm. Mf transformátory, respektive jejich kryty, jsou připevněny k nosné základní desce vždy dvěma šroubky M2. Pro vyříznutí tohoto závitu vrtáme příslušné otvory vrtáčkem o \varnothing 1,5 mm. Držák baterií je připevněn dvěma šroubky M3. Pro tento závitník rozširujeme příslušné otvory vrtáčkem o \varnothing 2,4 mm.

III.4 Montáž mechanických prvků na základní desku

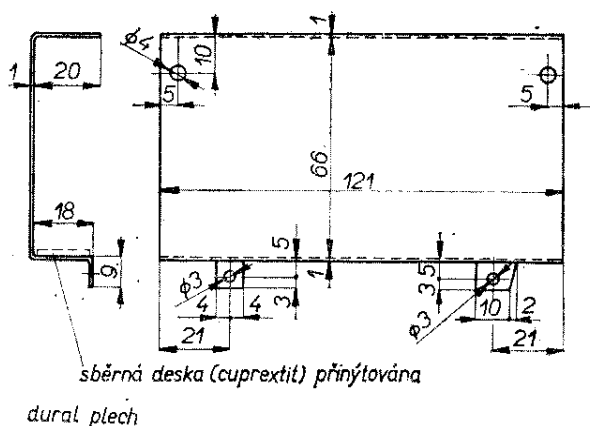
Jak již bylo řečeno v úvodu, základní deska nese všechny součástky vyjma reproduktoru. Z mechanických součástí je to dvojitý ladicí kondenzátor $C_L C_L'$, dále pak regulátor hlasitosti P_1 . Aby bylo možno upevnit ladicí kondenzátor k desce, je nutno v ní vyříznout vyznačený pětiúhelník, čímž vznikne dostatečné místo pro doladovací trimry. Je pochopitelné, že toto proříznutí předchází vlastní montáži, a provádíme je současně s vrtáním otvorů pro jednotlivé součástky. Vlastní těleso (stator) ladicího kondenzátoru je přichyceno k desce dvěma šroubky M3.

Regulátor hlasitosti upevňujeme k desce do čtyř úzkých zářezů, které jsou s náležitou opatrností a pečlivostí vyříznuty v desce. Do těchto zářezů natlačíme vypínačové vývody potenciometru a tyto vývody mírným tlakem přihneme těsně k fólii desky. Aby upevnění bylo nejen mechanicky pevné, ale i elektricky spolehlivé, zapájíme ohnuté vývody dostatečným množstvím pájky k fólii desky.

Mezi další součástky, které jsou mechanicky připevněny k desce, patří mezi-frekvenční transformátory $MF1$ (dva kusy), a $MF2$ (1 kus). Mf transformátory jsou připevněny každý dvěma šroubky M2, a není ani třeba použít maticek, vyřízneme-li do desky na příslušná místa závit závitníkem M2. Šroubky současně uzemňují kryty. Vývody transformátorů mírně k desce přihneme a připájíme je, čímž jsou trafa dodatečně mechanicky



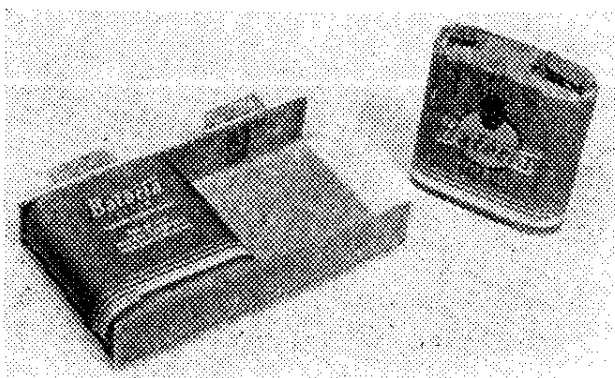
Obr. 39. Rozložení součástí



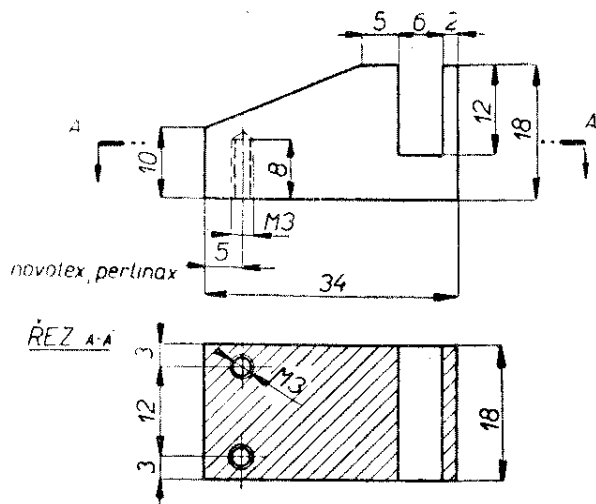
Obr. 40. Výkres držáku baterií – díl 4

připevněna. U transformátoru MF2 slouží krajní šroub, jenž prochází jeho příchýtkou, i k upevnění držáku baterií. Z toho důvodu je zde použito šroubku M3 s matkou. Stejným šroubkem je připevněna k desce i druhá příchýtká držáku baterií (obr. 40, 41). Aby bylo spojení krytů mezifrekvenčních transformátorů se zemnicí fólií spolehlivé, použijeme pro jejich připevnění mosazných šroubků, které zakápneme na rubu desky (tj. na straně fólie) cinem.

Další mechanickou součástí, kterou se budeme zabývat, je konstrukce uložení feritové antény. Osvědčilo se letmé uložení do vysunutého provrtaného špalíku novotexu (novoduru či pertinaxu), jehož rozměry jsou na obr. 42. Tento špalík je přichycen k základní desce dvěma šroubky M3. Feritová anténa je vložena do dutiny, odpovídající svým profilem přič-



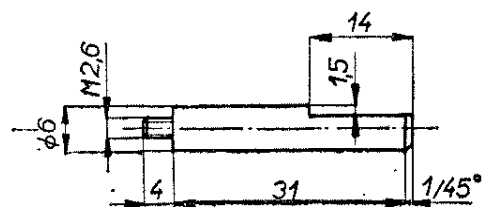
Obr. 41. Pohled na hotový držák baterií



Obr. 42. Držák feritové antény – díl 3

nému řezu plochou anténou. Dutina je ve špalíku vytvořena naříznutím a odvrtáním střední části špalíku; ferit je do ní zatlačen a zalepen lepidlem Epoxy 1200.

Je třeba se zmínit ještě o jedné věci. Hřídel použitého ladicího kondenzátoru je poměrně krátký. Proto je třeba jej prodloužit, respektive nastavit. K tomu nám poslouží hřídel z nějakého starého vyřazeného potenciometru o délce aspoň 40 mm, který na jednom konci osoustružíme na $\varnothing 2,6$ mm, opatříme závitem M2,6 a zašroubujeme do otvoru v hřídeli kondenzátoru C_L (obr. 43). Aby nedocházelo při obsluze přijímače k jeho vytočení, namázneme závity lepidlem Epoxy 1200. Použijeme-li na prodlužovací hřídel mosazné tyčky o $\varnothing 6$ mm, pak je možno jej po zašroubování do stávajícího hřídele kondenzátoru připájet. Na druhém konci prodlužovací hřídel spílujeme v šířce 14 mm do hloubky asi 1,5 mm, takže se vytvoří dosedací plocha pro kotoučový knoflík ladění.



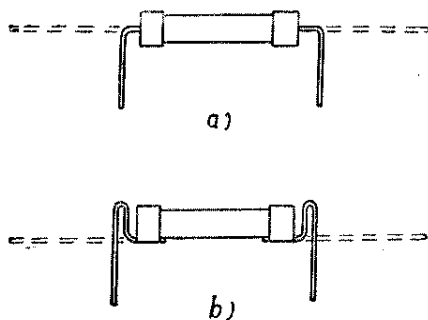
mosaz $\varnothing 6/36$

Obr. 43. Prodlužovací hřídel ladicího kondenzátoru – díl 2

III.5 Montáž jednotlivých součástí na základní desku a jejich příprava k montáži

Po skončené montáži větších výše uvedených součástí přistoupíme k montáži jednotlivých odporů, kondenzátorů a v poslední řadě pak k připájení tranzistorů. Odporů a kondenzátorů vsadíme do předem vyvrtaných děr; jejich přebytečné vývody na rubu desky odstříhujeme ve vzdálenosti asi 2 mm od fólie a přihýbáme k desce. Jejich osazení však předchází úprava vývodů, a o tom je nutno říci několik slov.

Použijeme-li odporů nové výroby s axiálními vývody, pak jejich vývody zahýbáme do pravého úhlu a takto připravené odpory vkládáme do předvrtaných otvorů v destičce podle rozmístění součástí na obr. 39. Odporů staršího provedení mají vývody nikoliv axiální, nýbrž radiální, tzn. že vycházejí kolmo na osu odporu. Kdybychom tyto odpory osazovali bez úprav, bylo by jednak ztěženo pájení (kraje vývodů jsou potřeny ochranným lakem a bylo by třeba je oškrabat), jednak příliš krátký vývod po odstřížení by představoval při pájení tepelně vodivý „most“. Jím by byl umožněn značný přestup tepla při pájení, čímž by utrpěl povrchový vzhled odporu, nehledě k možnosti změny jeho hodnoty nadměrným ohřátím. Proto radiální vývody upravujeme takto: ohneme je proti původnímu směru o 180 stupňů. Pak uchopíme do plochých kleští každý vývod zvlášť (v místech za tělískem odporu – viz obr. 44) a ohneme jej zpět do původního směru. Tím vytvoříme pružné uložení odporu, které umožňuje nenásilné nasu-



Obr. 44. Tvarování vývodů odporů s axiálními (a) a radiálními (b) vývody

nutí těchto součástek do předvrtaných příslušných otvorů. Navíc tato úprava dovoluje po připájení odporů jejich posun směrem od sebe v nepatrných mezích tak, aby se vzájemně nedotýkaly. (Týká se odporů R_{10} , R_{11} , R_{14} , R_{16} a dále R_8 a R_{12} a posléze R_1 , R_2 , R_5 a R_6). Pochopitelně, použije-li se odporů s axiálními vývody, popisovaná možnost posunů odpadá a je tudíž třeba vytvarovat, tj. přihnout vývody ještě před pájením tak, aby nedošlo k dotyku mezi odpory.

Pokud se týká osazování kondenzátorů, pak jejich vývody v uvedených typech jsou axiální. Přihýbáme je tedy v bezprostřední vzdálenosti od jejich vyústění z tělísek. U elektrolytických kondenzátorů dbáme toho, abychom zalisovaný vývod záporného pólu příliš ostrým ohybem neulomili. Kladný pól, který je chráněn gumovou čepičkou a je proveden z tenčího drátu, ohýbáme až za touto čepičkou, přičemž dbáme, abychom při ohybu tuto čepičku nenakřivili nežádáným tahem za vývod. Tím by totiž mohlo dojít k eventuálnímu vytržení nebo uvolnění tohoto vývodu.

III.6 Pájení součástí na základní desku

Po osazení všech součástek propojíme jejich vývody pomocí pistolové (zkratové) páječky tavnou pájkou, obsahující kalafunu (výrobek Mechanika), s měděnou fólií, čímž je zajištěno jejich elektrické spojení. Pájíme rychle a krátce. Je vhodné, aby páječka měla větší příkon (asi 100 W), neboť pak pájení probíhá rychle a cín dokonale propojí vývody či očka s fólií. Správně provedený spoj nesmí vykazovat strupatá nebo hrbolatá místa. Nemáme-li po ruce cín s čistící náplní kalafuny, používáme pro dokonalé pájení roztoku kalafuny v lihu.

Opakované nebo dlouhodobé pájení na témže místě narušuje soudržnost fólie s deskou. Pájením po dobu dvou až čtyř vteřin získáme dokonalé spoje bez nepříznivých následků pro fólii.

Vlastní pájka má mít asi 40 % cínu, lépe 60 % a zbytek olova. V žádném případě nesmíme použít pro pájení různých past neznámého složení, které mohou obsahovat kyselé soli, jejichž účin-

kem se sice pájení dobře provádí, ale po čase se spoj chemicky narušuje. Tranzistory – jak známo – pájíme tak, že jejich jednotlivé vývody držíme v plochých kleštích, čímž je zaručen odvod přebytečného tepla, takže se teplo nemůže dostat ke krystalu germania a tak přehřátím změnit jeho vlastnosti. Totéž se týká i pájení diod. Vývody tranzistorů před pájením zkracujeme asi o 1 cm délky a navlékáme do tenké bužírky. Vyplatí se opatřit vývod kolektoru červenou bužírkou.

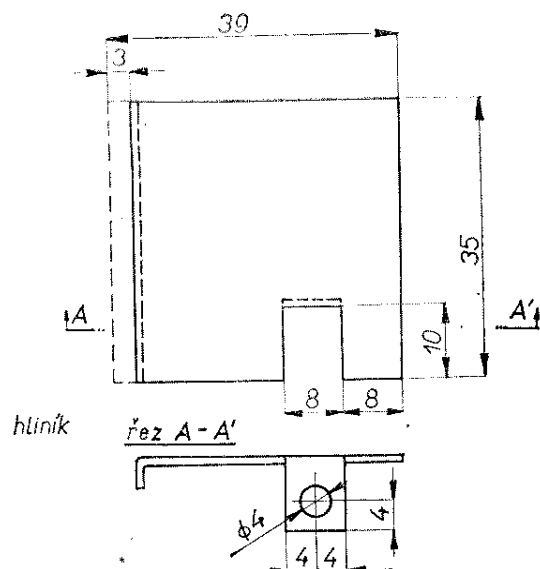
Tranzistory podle druhu a typu pájíme do základní desky „odzadu“, tzn. nejprve připojíme T_4 až T_7 . Po přezkoušení ní zesilovače a jeho případném nastavení (viz dále) připojíme zbývající tranzistory T_1 až T_3 a diodu D . Na rubu základní desky jsou písmeny označeny body, k nimž mají být vývody jednotlivých tranzistorů připojeny. Samotné rozmístění tranzistorů je patrné z obr. 39.

III.7 Úprava desky po připájení součástek

Po připájení všech součástek a jejich mechanickém připojení zbývá již jen konečná úprava desky. Spočívá v tom, že její rub, tj. fólii plošných spojů natřeme kalafunovým lakem, který chrání měď proti korozi. Stejně natřeme i pájecí body.

Plošné spoje byly již předem tímto kalafunovým lakem natřeny pro snadnější pájení. Protože však při pájení se vzhled spojů – při používání cínu drátového tvaru s kalafunovou vložkou – porušil, je vhodné vzhledově nehezká místa omýt hadříkem namočeným v lihu, a desku znovu přetřít.

Kalafunový lak připravíme takto: v obchodě s hudebními nástroji zakoupíme kalafunu – tu nejlevnější, asi za 1 Kčs. Pak ji zabalíme do kousku hadříku a rozdrtíme poklepy kladívka na kovové podložce. Takto rozdrcenou kalafunu nasypeme do uzavíratelné lahvičky, kterou naplníme lihem. Kalafuny nesmí být v lahvičce mnoho, neboť by jejím rozpuštěním vzniklý lak byl hustý, dlouho zasychal a byl nepříjemně lepivý.



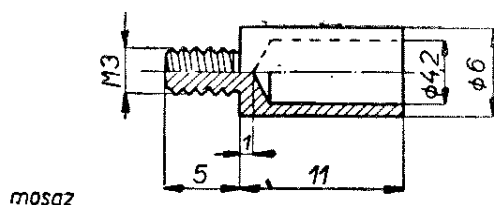
Obr. 45. Stínicí plech ladícího kondenzátoru – díl 16

III.8 Připojení feritové antény

Držák feritové antény je připevněn dvěma šroubky M3 k nosné základní desce. Jeho rozměry jsou na obr. 42. Po připevnění přečnívá mimo základní desku, čímž se feritová anténa nachází v dostatečné vzdálenosti od ladícího duálu, respektive kondenzátoru oscilátorové části tak, že je vzájemné působení sníženo na minimum. Vzájemné působení se může uplatnit rušivě tam, kde na T_1 , T_2 a T_3 se použije tranzistorů o vysokém zesilovacím činiteli h_{21e} (větším než 100). Pak je nutno odstínit ladící kondenzátor kouskem plechu, jehož rozměry jsou na obr. 45. Připojení feritové antény spočívá v připájení dostatečně dlouhých tří vývodů ladící cívky L_1 a L_2 , která je volně pohyblivá po feritovém trámečku, a v připájení dalších dvou vývodů pevné anténní cívky L_3 , sestávající ze čtyř závitů $\varnothing 0,2$ CuLH. Anténní cívka je navinuta v těsné blízkosti držáku feritové antény, zatímco cívka L_1 a L_2 se nachází spíše na opačném konci trámečku.

III.9 Propojení přívodů vnější antény

Anténní cívka L_3 slouží k připojení vnější antény, která obvykle sestává z několika metrů volně pověšeného či



Obr. 46. Antennní zdírka – díl 15

položeného kablíku, připojovaného banánkem do zdírky, vyvedené za tím účelem na zadní stěně. Zdírka (obr. 46) je zašroubována taktéž do základní desky a je držena jednou matkou M3 (díl 15). Jeden vývod anténní cívky je tedy připájen k zemnicí fólii, druhý pak přímo ke zdírce.

III.10 Připojení reproduktoru

Jako reproduktoru je použito eliptického typu nové řady ARE 489, jehož citlivost je uspokojující (87 dB) a vyznačuje se dobrým přednesem hlubokých tónů. Spojení mezi reproduktorem a výstupním transformátorem obstarává dvoupramenný igelitový kablík, který vyrobíme zkroucením dvou izolovaných měděných lanek, dlouhých asi 20 cm. To proto, abychom mohli přijímač oživovat a proměřovat při připojení reproduktoru, vestavěném do skřínky. Při vložení přijímače do skřínky nasuneme přebytek kablíku do části za držák baterií. Spojovací kablík je připájen jedním koncem k zemnicí fólii a pájecímu bodu, označenému značkou 4 Ω , druhým pak ke svorkovnici reproduktoru.

III.11 Připevnění držáku napájecích zdrojů k desce

Držák napájecích zdrojů, tj. dvou plochých baterií, je připevněn k nosné desce pomocí dvou šroubků M3 s matkami. Jeden se nachází vedle výstupního transformátoru, druhý pak u mezifrekvenčního transformátoru MF2, kde slouží zároveň i pro přitažení jeho příchytky. Připomínám, že hlavice tohoto šroubku se nachází pod detekční diodou D. Proto je nutné diodu připájet při montáži pouze

jedním vývodem, a teprve po připevnění držáku baterie připájet druhý vývod.

Napájení obstarávají dvě ploché baterie zapojené v sérii, tj. 9 V. Střední odběr činí asi 17 mA. (Pohybuje se mezi 8 až 40 mA.) Odebíraný proud závisí na nastavení hlasitosti přijímaného pořadu. Slabší reprodukce je tedy hospodárnější, neboť se méně vyčerpávají baterie, které vydrží přibližně na 300 hodin provozu.

III.12 Propojení napájecího zdroje

Baterie připínáme k přijímači pouhým zasunutím po přehnutí a napružení jejich páskových vývodů. Vlastní sběrač tvoří plošný spoj, který jsme získali odříznutím od destičky s plošnými spoji (viz obr. 38). Po jeho přinýtování k držáku baterií ocínujeme rychle jeho dotykové plochy, abychom tak zabránili korozi měděné fólie. Zemnicí sběrač (tj. záporný pól) je již spojen nýtkem s kostrou kovového držáku a tato opět prostřednictvím připevňujících šroubků M3 se zemnicí fólií základní desky. Kladný pól tvoří izolovaný dutý nýt, do něhož připájíme asi 7 cm dlouhý izolovaný kablík. Jeho druhý konec připájíme do bodu, označeného na destičce znaménkem +. Abychom se vyvarovali v budoucnu eventuálního „studeného“ spoje pod matičkami držáků baterií, připájíme pro jistotu nýt záporného pólu sběrače krátkým kouskem kablíku k zemnicí fólii přijímače.

III.13 Kontrola správnosti celého zapojení

Ze zkušeností je známo, že kontrola správnosti zapojení je velmi důležitá před připojením zařízení na plné provozní napětí. Tím se totiž mnohdy podaří odstranit řadu nepozorností a tak možných chyb, které mohou mít „katastrofální“ následky, jednak pro vyrobený přístroj, v každém případě však pro kapsu dotyčného konstruktéra. Z toho důvodu, i když jsme si sebevíce jisti správným zapojením, vždy kontrolujeme konečnou sestavu. V praxi se postupuje od součástky k součástce, tj. po jednotlivých odporech, kondenzátorech a tranzistorech, je-

jichž spoje sledujeme zrakem (popřípadě ohmmetrem) a výsledované obtahujeme v použitém schématu barevnou tužkou. Postupujeme pochopitelně po ucelených elektronických obvodech, odzadu (tj. od reproduktoru) dopředu.

Takováto kontrola se hlavně vyplatí při tradičním „drátovém“ zapojení. V našem případě – když jsme použili desky s plošnými spoji – možnost osazení součástky na jiné místo, než je předepsáno, je minimální. Z toho důvodu kontrolujeme hlavně, zda souhlasí velikost odporů osazených a zabudovaných do destičky. Kontrolu provádíme podle obr. 39, kde je nakresleno rozmístění součástí, při současném měření odporů ohmmetrem. Upozorňuji však, že odpory proměříme ohmmetrem ještě před připájením tranzistorů, neboť pak bychom mnohdy nenaměřili správnou velikost vlivem paralelně připojeného tranzistoru. Například při měření odporu R_1 by výsledné čtení zkresloval paralelně připojený odpor báze – emitor tranzistoru T_1 včetně sériově přiřazeného R_3 .

Ohmmetr nám poslouží též k přezkoušení elektrolytických kondenzátorů v případě jejich zkratu či uvolněního kladného vývodu (měříme opět před zapájením tranzistorů).

Jak patrně, bude nejlepší kontrolou v našem případě měření napětí a proudů na hotovém přijímači.

Výrobci zařízení, na plošných spojích dodávají nejen dokonalé servisní návody, ale i různé pomůcky, které umožňují pohodlně a rychle proměřit přístroj, nalézt případnou závadu a rychle ji opravit, zkontrolovat správnost celého zapojení apod. Jednou z takových pomůcek je perforovaný štítek (obr. 47), který po přiložení na plošné spoje okamžitě ukáže měřicí body ze značného množství pájecích míst. V místech měřicích bodů jsou totiž v přiložené šabloně otvory, takže pomocí univerzálního měřicího přístroje (Avometu) lze jednoduše a snadno měřit napětí v požadovaných bodech. Protože na šabloně jsou uvedeny i správné velikosti napětí, lze přeměřením hladce rozhodnout o místu závady z naměřené mimotoleranční odchylky. Na našem obrázku uvádíme takovouto měřicí šab-

lonu pro popisovaný superhet (obr. 47).

Napětí, která jsou naměřena na měřicí šabloně, nalezneme též v celkovém schématu přijímače. Připomínáme zde, že pomocí šablony lze měřit pouze napětí, avšak nikoliv proudy protékající jednotlivými obvody nebo tranzistory. Pro měření proudu se již nevyhneme odpájení těch součástek (respektive jejich jednoho vývodu), v jejichž místě přerušení provádíme měření. Měření proudu však přichází v úvahu jen při opravách anebo při „totální“ neschopnosti přijímače hrát. Jak již bylo dříve uvedeno, měření je nutno provádět přístrojem Avomet II.

III.14 Uvedení do chodu

Jak již bylo řečeno, zapojíme nejprve tranzistory T_4 až T_7 . Pak proměříme po připojení baterií příslušná napětí v měřicích bodech pomocí měřicí šablony. Naměřená napětí se mohou lišit o 10 %. Jsou-li napětí v pořádku, lze připojit k regulátoru hlasitosti nějaký zdroj signálu, gramofonovou přenosku, výstup z jiného radiopřijímače, improvizovanou krystalku apod. a vyzkoušet takto celou nf část. Podotýkám, že po připojení gramofonové přenosky bude reprodukce zpravidla zkreslena vlivem impedančního nepřizpůsobení; každopádně však takováto zkouška dá obraz o tom, zda nf část vůbec zesiluje. Daleko lepší prověření nf částí nám umožní tónový generátor a osciloskop. O tom však je zmínka v dalším.

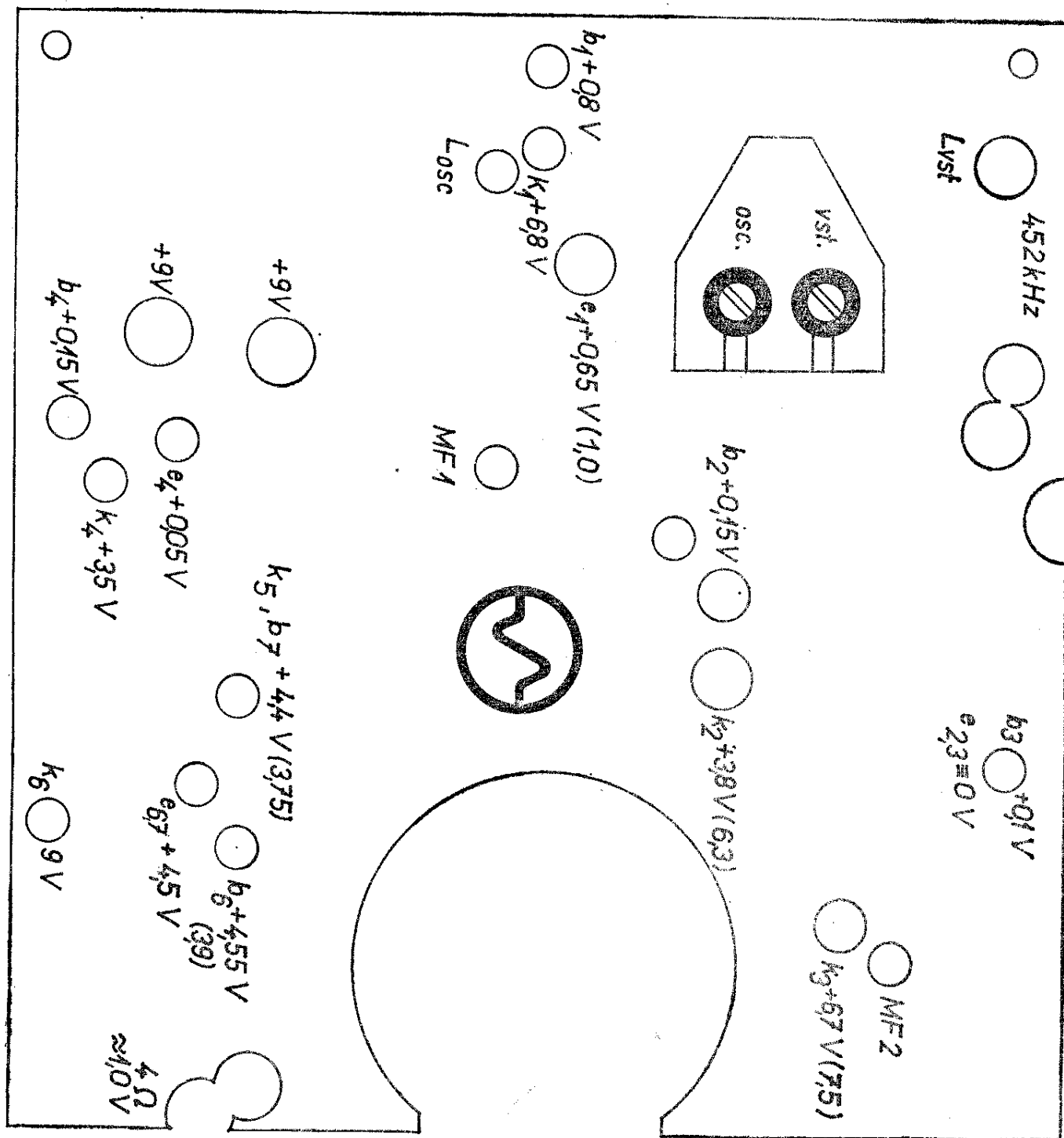
Po připojení tranzistorů T_1 , T_2 a T_3 je přijímač připraven ke zkušebnímu provozu a sladování, budou-li ovšem naměřená napětí v přípustných desetiprocentních tolerancích.

Vf citlivost přijímače je závislá na zesilovacím činiteli použitých tranzistorů. T_3 a T_1 mají mít h_{21e} asi 100, má-li být poslech slabších stanic uspokojivý. Ke zvýšení citlivosti přispívá i dobře nastavená neutralizace, kterou ovládáme kondenzátorem C_N . Protože je na desce dosti místa, je vhodné místo pevné hodnoty C_N použít keramického trimru o maximální kapacitě 50 pF, jehož rotor nastavíme na vhodnou kapacitu tak, aby citlivost byla co největší a mf stupeň ještě nekmital

(viz dále, kapitola III. 17). Zesilovací činitel druhého tranzistoru (T_2) má být asi 50. Je možno použít tranzistor s větším zesílením; při výběru však musíme dbát, abychom vybrali typ s co nejmenším šumem. Šum přijímače omezíme zvětšením hodnoty odporu R_5 až na 680 k Ω – pohříchu však klesá s tímto zá-

sahem i citlivost. V praxi se ukázalo, že na m Ω stupních daleko lépe vyhovují tranzistory typu 152NU70, které nehledě k nižší pořizovací ceně proti 155NU70 mají mnohdy i vyšší zesilovací činitel.

Máme-li na T_2 tranzistor, který má minimální šum, je možno zvětšit jeho kolektorový proud snížením hodnoty od-



Obr. 47. Měřicí šablona pro kontrolu napětí v měřicích bodech

poru R_5 až na hodnotu 180 k Ω , čímž stoupne jeho zesílení. Vždy však hledme, aby jeho kolektorový proud nepřekročil 1 mA, neboť pak nastává příliš velký úbytek na jeho kolektorovém pracovním odporu R_6 .

Neznáme-li zesilovací činitel kteréhokoliv vř tranzistoru, zapojíme jej na místo T_2 a při zapnutém přijímači a vyladěné místní stanici zjišťujeme, jak velký napěťový rozdíl naměříme na jeho kolektoru proti zemi naladěním a rozladěním. Při vyladěné stanici má být kolektorové napětí až 6,7 V, bez signálu asi 4,0 V. Čím větší rozdíly v praxi zjistíme, tím větší (do jisté míry) je i zesilovací činitel zkoušeného tranzistoru. Pro tuto zkoušku je ovšem nutno nahradit odpor R_5 potenciometrovým trimrem a seřízením jeho hodnoty 680 k Ω nastavit pracovní bod tak, aby kolektorové napětí činilo bez signálu právě 4 V.

Jinak je možno přezkoušet tranzistory za nízký poplatek ve speciálních prodejnách (v Praze je to prodejna Radioamatér v Žitné ul. č. 7), případně v krajských i okresních radiokabinetech Svazarmu.

Zkontrolovaná napětí v jednotlivých měřicích bodech při čerstvých bateriích a při použití měřicího přístroje o vnitřním odporu nejméně 10 000 Ω na volt (Avomet II), se nemají lišit od uvedených ve schématu o více než 10 %. Případné větší odchylky jsou vyvolány nepřípustnou tolerancí odporů (eventuálně jejich změnou) či některým vadným tranzistorem. Z toho důvodu je vhodné přezkoušet tranzistory, odpory a kondenzátory ještě před jejich připájením do nosné desky.

Jak je výše uvedeno, postačí pro plný výkon přivedeme-li na bázi T_4 nf signál 16 mV. To je nf citlivost více než postačující, a tak je nutno při poslechu místních vysílačů naopak zeslabit potenciometrem P_1 příjem tak, aby nedošlo k přebuzení koncové dvojice a tím i k limitaci signálu, projevující se tvarovým zkreslením.

Zpravidla po osazení všech tranzistorů a po provedení kontrolního měření bude vše v pořádku a při vytočeném regulátoru hlasitosti – jsou-li mf transformátory aspoň trochu shodně předladěny – podaří

se nám zachytit při protáčení ladicího kondenzátoru místní vysílač. Potom přistoupíme ke sladění, nebo-li vyvážení přijímače.

III.15 Sladování mf transformátorů

Budeme-li mít tu smůlu, že se nám úplně vytočeném regulátoru hlasitosti nepodaří nikde ve středovlnném rozsahu zachytit signál nějakého vysílače, pak jsou mf transformátory příliš rozladěny. Tu pomůže připojení dlouhé antény přímo na „živý“ konec cívky L_1 , jenž je připojen na rotor ladicího kondenzátoru C_L . Vzniklé rozladění vstupního obvodu v daném případě nevadí, neboť se jedná o přivedení co nejsilnějšího vnějšího signálu. Je vhodné, uzemníme-li pro tuto zkoušku přijímač. Po tomto zásahu se již určitě v některém místě ladicího kondenzátoru ozve nějaký – zpravidla místní – silnější vysílač. Poté sladovacím šroubovákem otáčíme postupně jádru mf transformátorů (nejprve MF2, pak MF1) tak, aby hlasitost zachyceného pořadu byla co největší. Po tomto hrubém naladěním mnohdy stačí odpojit venkovní anténu, či ji přepnout na „živý“ konec cívky L_2 (jde na kondenzátor C_1) a znovu doladit jádérka mf transformátorů.

Tento způsob dovoluje s trochou citu vyladit mf transformátory skutečně na souhlasný kmitočet tak, že přijímač může být po sladění vstupu a oscilátoru provozován k úplné spokojenosti obsluhovatele. Je to však postup jen nouzový a použijeme jej jen tehdy, nejsou-li k dispozici potřebné přístroje. Pro úplnost tedy ještě uvedeme obvyklý způsob sladování mf transformátorů.

Postupujeme takto: Cívku L_2 spojíme dokrátka a k bázi tranzistoru T_1 připojíme přes oddělovací kondenzátor 10 000 pF výstup měřicího vysílače, jehož druhý vývod spojíme se zemnicí fólií přijímače. Odpojíme kmitačku použitého reproduktoru a místo ní zapojíme odpor 4 Ω a paralelně k němu voltmetr střídavého napětí v sérii s oddělovacím kondenzátorem 0,5 μ F. Měřicí vysílač nařídíme na signál 452 kHz s modulací 400 Hz, 30 %. Sladovacím šroubovákem nařídíme postupně od MF2 k MF1 jádra mf transformátorů,

přičemž dbáme, aby výstupní výkon přijímače nepřekročil hodnotu 5 mW – což odpovídá napětí 0,141 V na odporu 4 Ω.

III.16 Sladování v části přijímače

Nejprve si opět řekneme, jak sladíme vstupní a oscilátorový obvod co nej-jednodušším způsobem bez speciálních přístrojů. Potřebujeme k tomu druhý přijímač s ocejchovanou stupnicí v met-rech či MHz. Vycházíme z úvahy, že při uzavřeném kondenzátoru C_L' má oscilátor kmitat na kmitočtu $525 + 452 \text{ kHz} = 977 \text{ kHz}$. Naladíme tedy na tento kmitočet náš druhý, zpravidla síťový při-jímač a vložíme do jeho anténní zdířky asi 2 m dlouhý kus drátu, jehož druhý konec položíme ve vzdálenosti asi 2 cm od cívky oscilátoru sladovaného tran-zistorového přijímače. Pak otáčením jádra cívky L_5 naladíme oscilátor na vy-laděný kmitočet síťového přijímače, což se projeví jako zázněj či jako šum nosné vlny. Pak přejdeme na druhý konec stře-dovlnného pásma, kde má oscilátor kmi-tat při kmitočtu $1525 + 452 = 1977 \text{ kHz}$. To je ovšem bohužel kmitočet, který zachytíme jen na komunikačních při-jímačích, jako je třeba Tesla Lambda apod. Pomůžeme si tedy jinak, a sice obráceným postupem. Vyladíme síťový přijímač na takový kmitočet, aby jeho oscilátor kmi-tal na námi požadovaném horním roz-sahu, tj. na 1525 kHz. Zjistíme si, jaký mf kmitočet má náš síťový přijímač, který odečteme od tohoto kmitočtu. Je-li to též 452 kHz, pak vyladíme síťový při-jímač na

$$1525 - 452 = 1073 \text{ kHz}.$$

Tento signál musíme tedy zachytit na horním konci sladovaného tranzistoro-vého přijímače. Vyladíme si jej trimrem kondenzátoru C_L' (při pohledu na zabu-dovaný duál k desce je to ten na levé straně, jenž není spojen se statorem o více deskách). Až se nám podaří signál zachytit, přejdeme opět na dolní konec rozsahu a celý postup několikrát opa-kujeme.

Vstupní obvod doladujeme již pouze na nejvyšší citlivost (hlasitost). Při uza-vřeném ladicím kondenzátoru pohybem

vstupní cívky L_1 po feritovém trámečku, při otevřeném pak trimrem kondenzá-toru C_L .

Je-li k dispozici měřicí vysílač a stří-davý voltmetr, postupujeme takto: Cívku L_2 spojíme nakrátko. Měřicí vysílač při-pojíme přes oddělovací kondenzátor 10 000 pF na bázi T_1 a zemnicí fólii. Místo kmitačky reproduktoru připojíme odpo-vídající odpor (4 Ω) a k němu měřič vý-konu (střídavý voltmetr 1,2 V v sérii s kondenzátorem 0,5 μF). Pak nastavíme ladicí kondenzátor na největší kapacitu, tj. zavřeme jej a měřicí vysílač nastavíme na kmitočet 527 kHz, modulovaný sig-nálem 400 Hz, 30 %. Sladovacím jádrem oscilátorové cívky L_5 nařídíme největší výchylku střídavého voltmetru. Ladicí kondenzátor otevřeme a nastavíme kmi-točet měřicího vysílače 1525 kHz, modu-lovaného opět signálem 400 Hz s hloub-kou 30 %. Pak nařídíme trimrem kon-denzátoru C_L' největší výchylku. (Sladu-jeme tedy pouze v krajních dvou bodech. Sladění ve třetím – středním bodě je dáno použitím nesymetrického duálu pro mf kmitočet 452 kHz.)

Postup několikrát opakujeme, přičemž dbáme, aby střídavý výstupní výkon při-jímače nepřestoupil hodnotu 5 mW.

Vstupní obvod doladíme stejným způso-bem jako v předešlém případě, tj. při uzavřeném kondenzátoru (na kmitočtu asi 600 kHz) pohybem vstupní cívky L_1 po feritovém trámečku, až ji ponecháme v té poloze, kde ukazuje měřič na výstupu největší výchylku, a dále při téměř ote-vřeném kondenzátoru (na kmitočtu 1350 kHz) trimrem kondenzátoru C_L .

Po takto provedeném sladění zajistíme jádra cívek, mf transformátorů, trimry a polohu cívky L_1 proti rozladění zakáp-nutím vosku.

III.17 Nastavení neutralizace

je velmi jednoduché. Přijímač oživujeme bez neutralizačního kondenzátoru C_N . Po předběžném doladění mf transformátoru připájíme na místo určené pro konden-zátor C_N keramický trimr (zespodu desky), který vytočíme na nejmenší kapacitu. Pak (při jmenovitém napětí baterie) po-malu otáčíme jeho rotorem a zvyšujeme

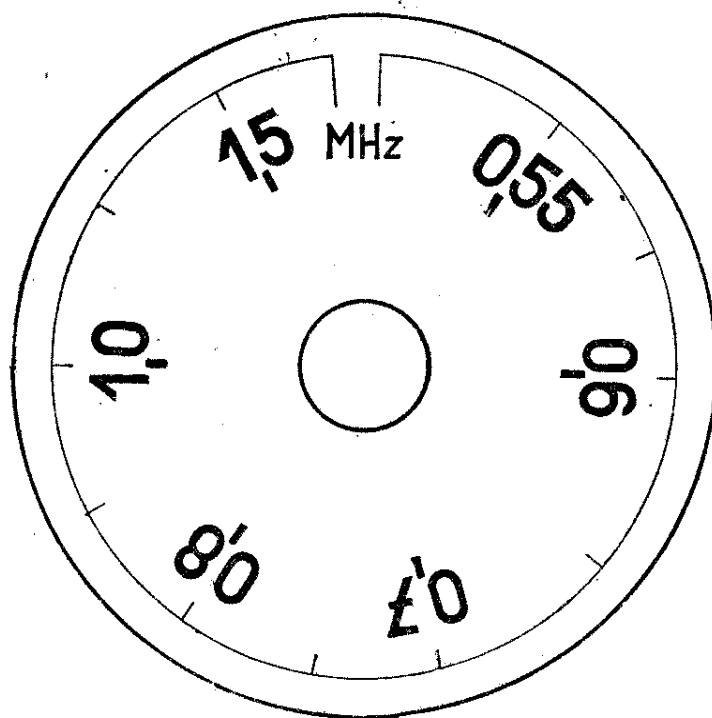
jeho kapacitu, až vznikne kladná zpětná vazba a mf obvod upadne do oscilací, což se projeví šumem. Rotor trimru vrátíme o něco málo zpět, až kladná vazba vysadí. V tomto místě se však nesmí projevovat při přeladování stanic žádné, i třeba slabší hvizdy. Je-li tomu tak, je třeba kapacitu trimru ještě trochu zmenšit. Poté trimr odpojíme, změříme jeho kapacitu a nahradíme jej malým keramickým kondenzátorem perličkového typu. Nemáme-li možnost trimr přeměřit, postupujeme tak, že při zachyceném nějakém slabším vysílaci postupně zkoušíme různé kondenzátory v rozmezí hodnot 10 až 40 pF, přičemž sledujeme, jak přitom stoupá hlasitost. Citlivost je úměrná velikosti kapacity neutralizačního kondenzátoru, ovšem jen do té míry, než záporná vazba přejde v kladnou. Neutralizaci provádíme při jmenovitém napětí baterie proto, že pokles napětí provozem či stárím vyvolá i změnu pracovního bodu a s tím i související změnu dynamické kapacity tranzistoru, která se však neprojevuje oscilacemi. Tak by tomu však bylo, kdybychom neutralizovali při sníženém napětí baterie, neboť potom zvýšením napětí při výměně staré baterie za čerstvou by se přijímač rozpískal. Protože neutralizační kondenzátor částečně rozladuje mf obvod, provádíme doladění mf transformátorů až po nastavení neutralizace. Jiné způsoby nastavení neutralizace jsou uvedeny s podrobným popisem v práci [2].

III.18 Výroba stupnice

Jak bylo řečeno v kapitole III. 16, kmitočtový rozsah středovlnného pásma našeho přijímače počíná kmitočtem 527 kHz a končí kmitočtem 1525 kHz, což vyplývá přímo z použití továrního nesymetrického duálu a oscilátorové cívky. Při obsluze přijímače je ovšem třeba znát, jaký kmitočet (a tím i jakou stanici) přijímáme. Je tedy nutno mít ovládací prvek nějakým způsobem označený. Máme-li po ruce měřicí vysílač, pak nečiní obtíž obtíž ocejchovat si stup-

nici ladícího knoflíku individuálně přímo v MHz. Jestliže však máme nastaveny správně aspoň oba krajní body středovlnného pásma, pak můžeme použít předlohy stupnice z obr. 48, kde je vyznačeno hrubé kmitočtové dělení, a to v bodech: 0,55 – 0,575 – 0,6 – 0,65 – 0,7 – 0,75 – 0,8 – 0,9 – 1,0 – 1,25 – 1,5 MHz.

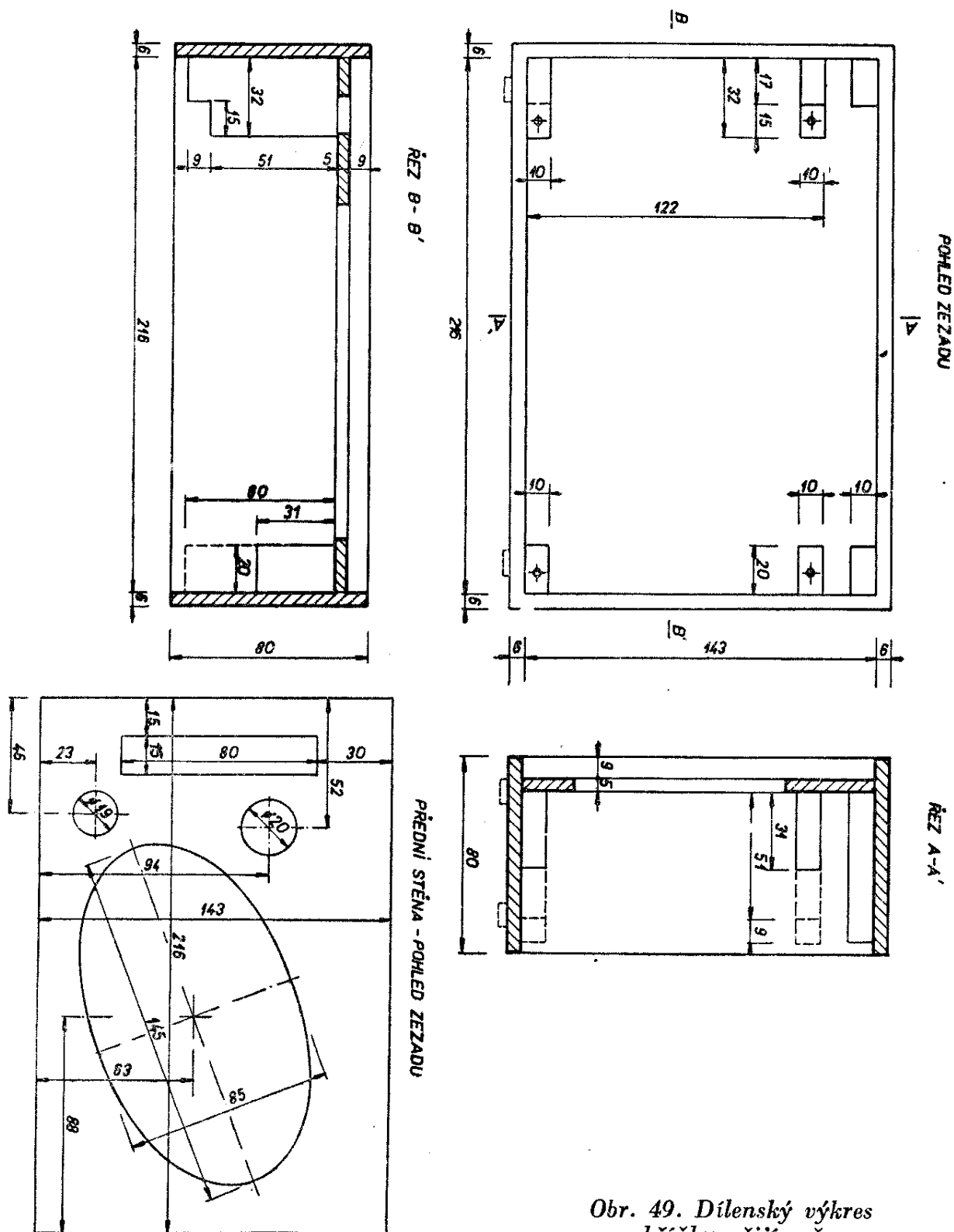
Stupnici získáme nejlépe tak, že ji nakreslíme ve větším měřítku na pauzovací papír, jenž připevníme na okenní tabuli a ofotografujeme proti světlu (expozice 1/25, clona 3,8, citlivost 17° DIN). Po vyvolání a usušení filmu nebo desky vložíme žádaný negativ do zvětšovacího přístroje a promítneme jej na ultratvrdý papír tak, aby průměr stupnice činil právě 61 mm. Podle tvrdosti papíru, zafocnění, vzdálenosti světelného zdroje od papíru a jeho intenzity apod. bude se řídit expozice „zvětšování“. (Asi 1/2 až 2 min. při cloně 5,6). Papír vyvoláme v univerzální vývojce, která dává kontrastní výsledky. (Při fotografování předkreslené stupnice je dobré udělat více snímků z různých vzdáleností při různých cloně. Při zvětšování je pak možné vybrat nejvhodnější negativ).



Obr. 48. Stupnice – díl 10

Hotovou stupnici vystříhneme z papíru a přilepíme ji zespodu na ovládací knoflík ladění acetonovým lepidlem Kanagom. Při lepení dbejme toho, v které poloze se nachází spilovaná hřídel ladi-

cího kondenzátoru, aby tak po nasazení knoflíku (při zavřeném kondenzátoru, tj. ve výchozí poloze) byla značka MHz právě nahoře.



Obr. 49. Dílenský výkres skřínky přijímače

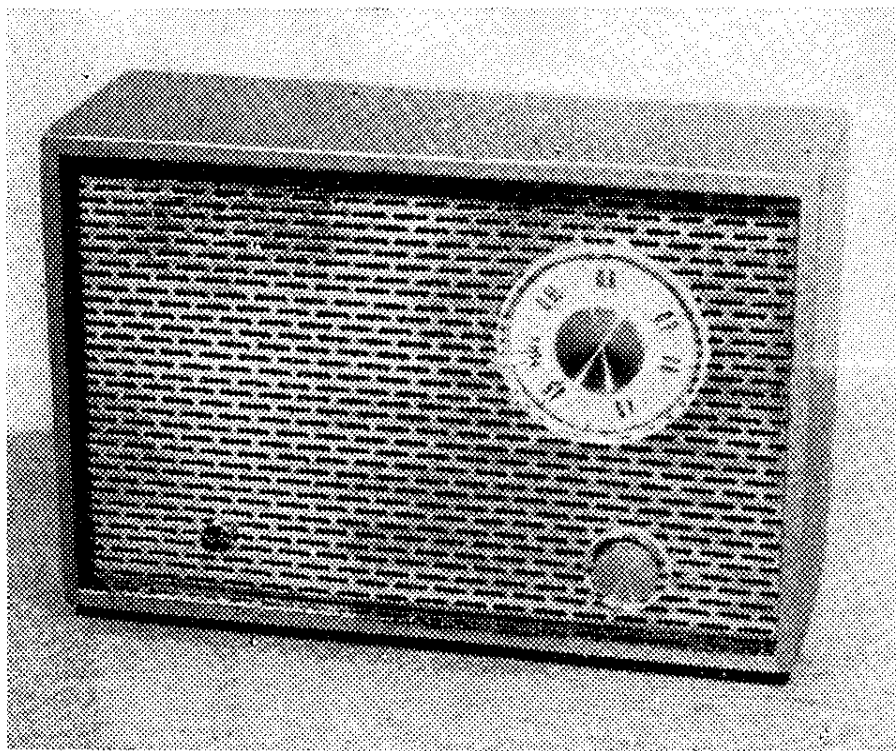
III.19 Příprava skříňky k montáži

Tvar, rozměry skříňky a jednotlivé její otvory jsou nakresleny na obr. 49. Jak patrně, je velmi jednoduchého tvaru. Skládá se ze čtyř bočnic o tloušťce 6 mm, vyrobených z překližky nebo z bukových prkének, které jsou spojeny navzájem truhlářským zazuběním (cinkováním) a zalepeny lepidlem Epoxy 1200. Přední stěna má rozměry 216×143 mm a jsou v ní vyříznuty tyto hlavní otvory: eliptický 145×85 mm pro reproduktor, kruhový o \varnothing 26 mm pro hřídel ladění, kruhový o \varnothing 19 mm pro hřídel regulátoru hlasitosti a dále obdélníkový 15×80 (pro zlepšení akustických vlastností skříňkové ozvučnice). Mimoto jsou v přední stěně 4 otvory o \varnothing 4 mm pro připevnění reproduktoru a dále 4 otvory o \varnothing 4 mm pro přichycení ochranné kovové mřížky. V dolních dvou rozích skříňky jsou zalepeny tvarované špalíky, a další dva stejného tvaru jsou zalepeny pod horními rohy, a slouží k připevnění přijímače do skříňky. Do těchto špalíků vyvrtáme po jednom otvoru o \varnothing 1,5 mm do hloubky 15 mm pro upevňovací vruty (šrouby do dřeva). Boky skříňky jsou dále opatřeny

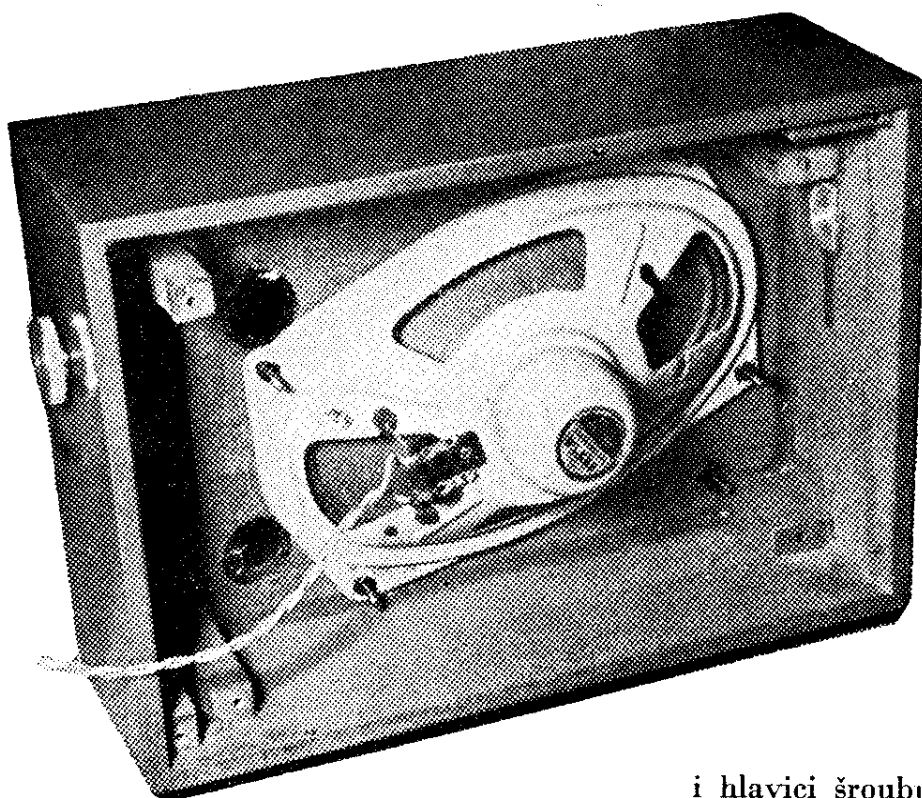
dvěma otvory o \varnothing 8 mm pro zalepení přichytek držáku skříňky. Ve spodní části skříňky jsou dále ještě vyvrtány čtyři kruhové otvory o \varnothing 8 mm pro zalepení gumových nožek.

Máme-li všechny tyto otvory vyvrtány ve skřínce a odzkoušeno, že přijímač lze do skříňky připevnit včetně reproduktoru a ochranné mřížky, můžeme skříňku přelakovat vhodným barevným lakem, nebo ještě lépe nechat ji nastříkat v některém lakýrnickém družstvu (obr. 50). (Adresa: Družstvo Malba, Praha 10 – Strašnice, Za továrnou Mitas.)

Podotýkám, že otvory pro připevnění reproduktoru nejsou na obr. 49 vyznačeny, neboť je vrtáme až při montáži reproduktoru. Totéž se týká i otvorů pro přichycení ochranné mřížky, kde otvory pro upevňovací šrouby vyplynou ze vzdálenosti těchto šroubů na tvrdo připájených k mřížce. Nejprve připájíme šrouby M3 se zapuštěnou hlavou k ochranné mřížce a pak podle nich vrtáme otvory do čelní desky. Opačným postupem bychom totiž nezajistili shodnost otvorů s připájenými šrouby, které se při pájení na tvrdo obvykle trochu posunou.



Obr. 50. Pohled na sestavený přijímač bez bočních otvorů pro šroub držáku

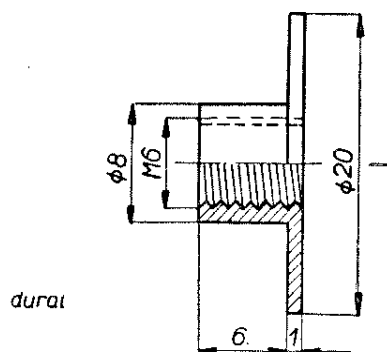


Obr. 51. Pohled ze-
zadu na skříňku

III.20 Montáž reproduktoru do skříňky

je velmi jednoduchá. Reprodukter je připevněn k přední stěně čtyřmi šrouby $M3 \times 15$ mm (obr. 51).

Po přiložení reproduktoru na vyříznutý otvor tak, aby jeho svorky se nacházely vlevo (při pohledu zezadu), aby nepřekážel vloženému přijímači, vyznačíme vrtaací otvory v přední stěně. Po jejich vyvrtání vložíme do nich šrouby se zapuštěnou hlavou a přitáhneme je z vnitřní strany tak, aby jejich hlavice ležely v jedné rovině s přední stěnou, tj. aby nikde nevyčnívaly. Před dotažením matek závit



Obr. 52. Lůžko držáku – díl 14

i hlavici šroubu natřeme malým množstvím lepidla Epoxy 1200, čímž se dosáhne po vytvrzení lepidla jejich tuhého spojení s deskou. Reprodukter pak navlékáme na tyto šrouby a přitahujeme jeho koš dalšími čtyřmi matkami. Touto úpravou máme zajištěno, že i při pozdější výměně nebo opravě reproduktoru nebude nám v jeho uvolnění a opětném přitahování překážet nalepená síťka a ochranná mřížka.

III.21 Montáž brokátu a ochranné mřížky

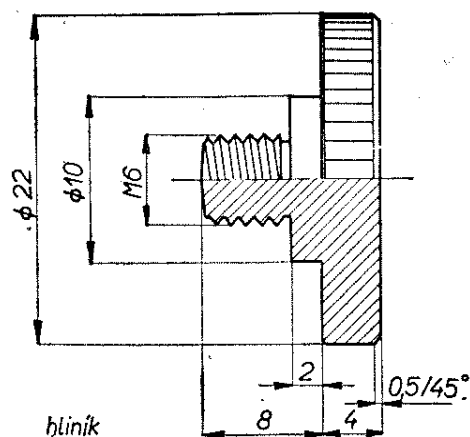
Význam ochranné mřížky je jistě každému jasný. Jejím úkolem je chránit membránu reproduktoru proti poškození z vnějšku přijímače. Brokát nebo jemná síťka slouží pak k zachycení drobných součástí a zabraňuje tak jejich přístupu ke kmitačce reproduktoru, v neposlední řadě pak chrání i proti vodě. To oceníme, zapomeneme-li třeba přijímač v dešti. Odstráknutá voda stéká po síťce nebo brokátu a nedostane se tak k membráně.

Brokát upevňujeme ke skřínce následujícím postupem: přední stěnu, respektive její líc, v níž se nacházejí již zalepené hlavice šroubů pro připevnění reproduktoru, natřeme rychle schnoucím aceton-

vým lakem. Nátěr opakujeme asi třikrát, až se vytvoří dostatečně silný lepivý nános. Do mírně zaschlého laku pak vložíme obdélníkový kus brokátu o stejných rozměrech jako je přední stěna, tj. 219×143 mm, a lehkým tlakem prstů jej zatlačíme a vypneme po přední stěně. Pak necháme lak zaschnout minimálně 12 hodin. Přilepený brokát však nebude vypnutý. Jeho vypnutí dosáhneme tím, že jej štětcem přetřeme neředěnou tuší. Natíráme jej tak dlouho, až je jeho tkanivo úplně tuší nasyceno. Pak připevníme ochrannou sítku pomocí čtyř šroubů M3, které jsou k ní ve čtyřech rozích přivařeny a jejich matice řádně přitáhneme z vnitřku skříňky. Mřížka tak dolehne na usychající brokát a brání mu v odtržení při jeho schnutí, kdy dojde k jeho sražení a tím i řádnému vypnutí. Kdyby se eventuálně některý roh odtrhl, je nutno brokát navlhčit, tentokrát již jen vodou a přilepit jej lepidlem Kanagom. Většinou však brokát pevně drží na první pokus.

III.22 Držák přijímače

Přijímač je řešen jako stolní, tzn. bez připojeného držáku, jak je obvyklé u kabelkových typů. Abychom se však nezbovali možnosti přenášet přijímač, je u konstrukce pamatováno na snadné připojení držáku pro jeho přenášení.

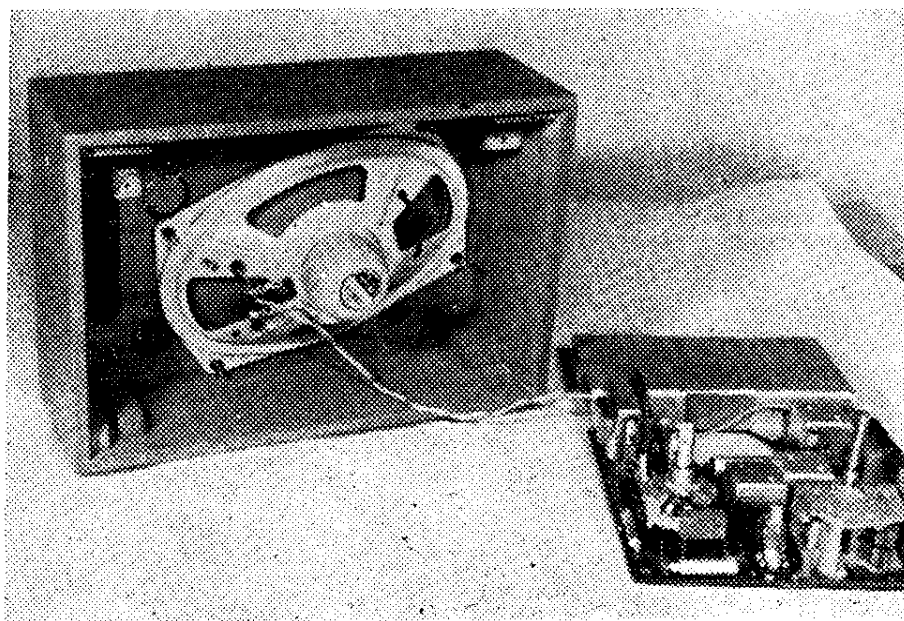


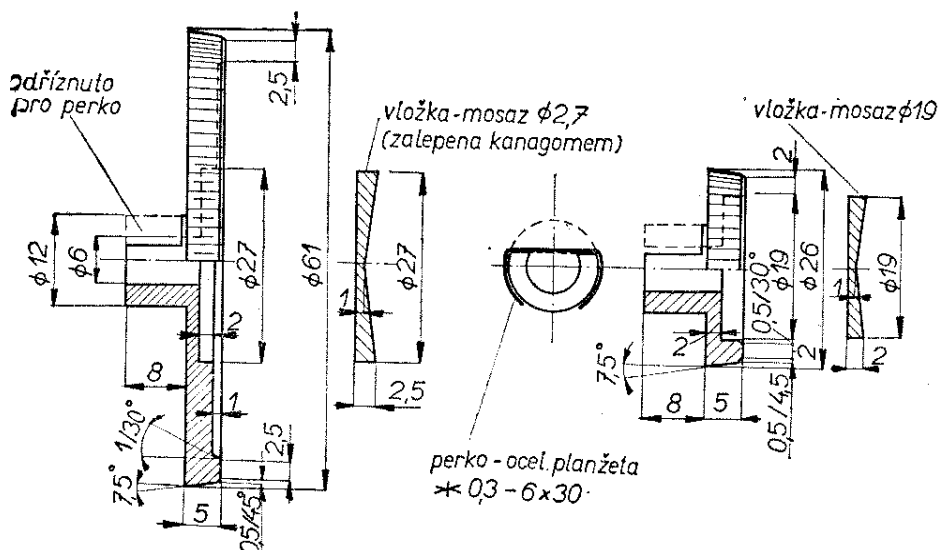
Obr. 53. Šroub držáku – díl 13

Pro tento účel jsou v bocích skříňky zalepena duralová lůžka, opatřená závittem M6 (viz obr. 52), jejichž dřík se nachází v jedné rovině s povrchem bočnic. K těmto příchýtkám náleží po jednom šroubu (díl 13 – viz obr. 53), jimiž je vlastní igelitový držák připevňován ke skříňce přijímače.

Držák vyrobíme z 37 cm dlouhé igelitové bužírky (barevně sladěné s barvou skříňky), již provlečeme 15 mm široký látkový popruh pro její zpevnění. Na šicím stroji prošijeme sežehlenou bužírku (vlažnou žehličkou) s popruhem, čímž vznikne pevný a pružný řemen. V jeho koncích vysekneme průbojníkem o $\varnothing 10$ mm otvory pro navléknutí řemene na připevňovací šrouby.

Obr. 54. Pohled ze zadu na skříňku s vyjmutým přijímačem před vyvrtáním bočních otvorů pro šroub držáku





Obr. 55. Knoflíky ovládacích prvků (potenciometru P_1 a kondenzátoru C_L) – díl 8 a 9

III.23 Montáž přijímače do skříňky

Než přistoupíme k montáži přijímače do skříňky (obr. 54), přezkoušíme naposledy funkci přijímače poslechem (zapnutím, zesílením signálu na maximum a protáčením ladicího kondenzátoru), přičemž se nám na určitých místech stupnice podaří zachytit místní vysílače. Tehdy je vše v pořádku. Po sejmutí knoflíků nasuneme nosnou desku s přišroubovaným držákem baterií až na doraz k distančním špalíkům. Deska je přichycena k těmto špalíkům (při pohledu zezadu) na levé straně dvěma vruty do dřeva, na pravé straně pak přichytíme plechový držák dalšími dvěma šroubky k distančním špalíkům. Tím je poloha přijímače v skřínce vymezena, neboť vruty (celkem čtyři) zaručují poměrně pevné uchycení. Pak již zbývá jen připájení kabelů jdoucích od ochranné mřížky k fólii nosné desky (do kteréhokoliv zemnicího bodu), čímž je ochranná mřížka uzemněna. Nyní přijímač otočíme přední stranou k sobě a nasadíme knoflíky jeden

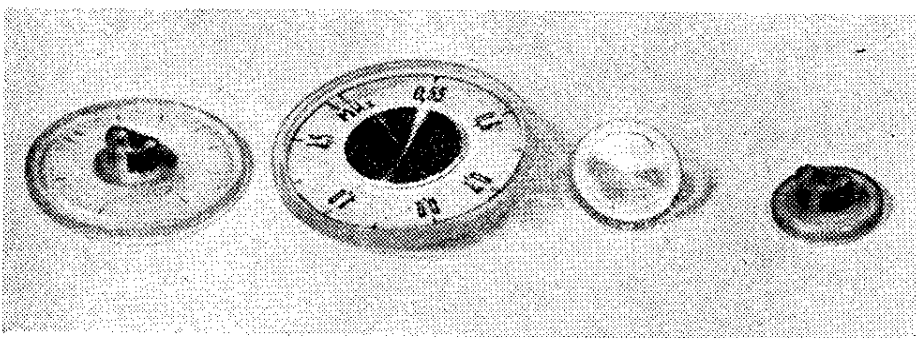
po druhém lehkým tlakem na spilované, mírně vyčnívající hřídelky potenciometru a ladicího kondenzátoru (obr. 55, 56).

Dále následuje již jen vložení dvou plochých baterií do držáku. Zde musíme mít na paměti, že baterie jsou zapojeny v sérii. To znamená, že na kladný pól jedné (dolní) navazuje záporný pól druhé (horní). Pól $+9\text{ V}$ se tedy nachází (při pohledu zezadu na držák) nahoře. Toto musíme respektovat při nýtování kupřetřítové desky s fólií sběračů do držáku, abychom ji omylem nepřipevnili obráceně!

Jednotlivé baterie vkládáme tak, že páskové vývody baterií zahneme v polovině délky o 180° a mírně napružíme tak, aby dotyk s pocínovanými sběrači byl spolehlivý.

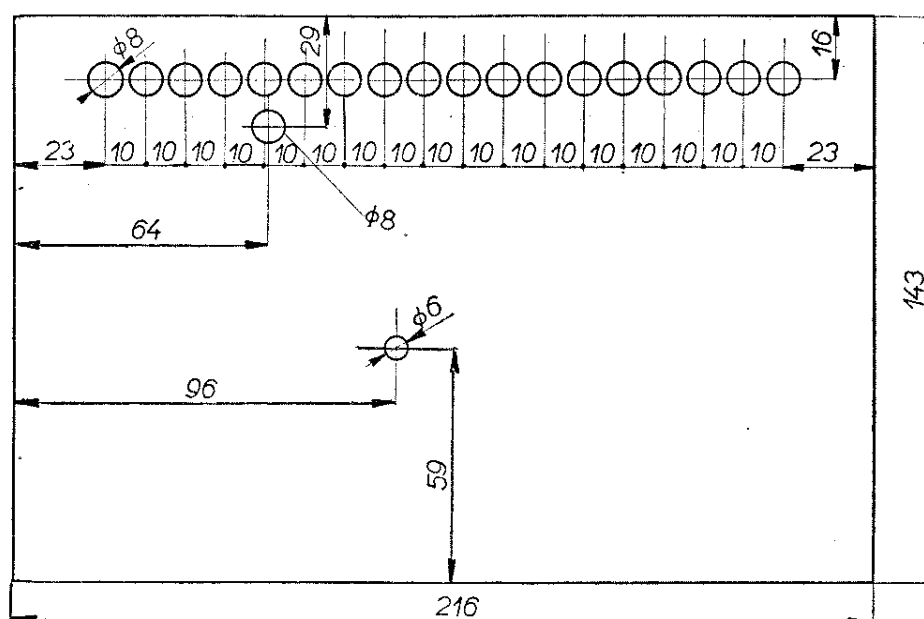
III.24 Montáž zadní desky

je velmi jednoduchá. Její rozměry jsou na obr. 57, z něhož je patrné, že je opatřena dvěma samostatnými otvory o \varnothing



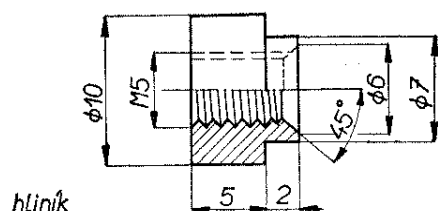
Obr. 56. Pohled na ovládací knoflíky

Obr. 57. Zadní deska skříňky – díl 17



8 mm a jednou souvislou řadou otvorů téhož průměru. Uvedená řada otvorů představuje akustickou úpravu ozvučnice a přispívá k lepšímu přednesu hlubokých tónů vlivem mírného odtlumení membrány. Dolní ze dvou samostatných otvorů je určen pro připevnění této desky k přijímači, horní pro zdíčku vnější antény.

Zadní deska se tedy připevňuje jedním šroubem M5 (viz obr. 59) k hliníkové distanční příchytce (obr. 58), která je přinýtována k nosné desce součástek. Přístup k bateriím je tak velmi jednoduchý a vyjmutí starých baterií a jejich nahrazení novými je možno provést poměrně snadno a v krátkém čase. Na obr. 60 je pohled na výše jmenované součástky, tj. lůžko držáku, šroub držáku, distanční příchytka, šroub zadní desky a anténní zdíčku. Na posledním obr. 61 je pohled na přijímač s odejmutou zadní stěnou.

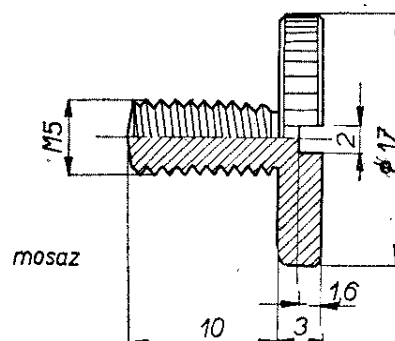


Obr. 58. Distanční příchytka – díl 12

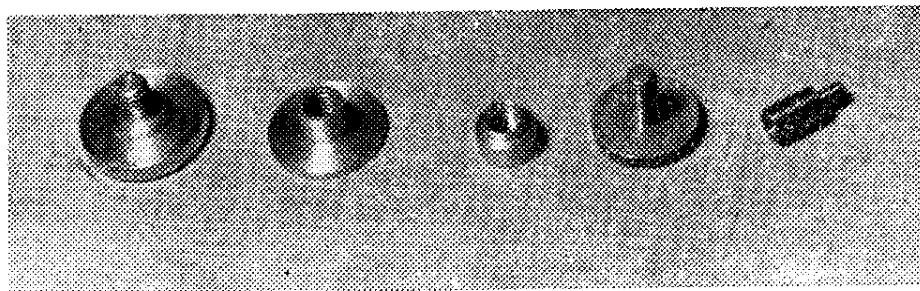
III.25 Závady, které se mohou vyskytnout při uvádění do chodu

Při použití tranzistorů T_1, T_2, T_3 o značně velkém zesilovacím činiteli h_{21e} (větší než 100), mohou nastat následující závady:

a) Sklon přijímače k oscilacím. Je způsoben nadměrnou činností oscilátoru a projevuje se na dlouhovlnné straně rozsahu přijímače, popřípadě na celém rozsahu, hvizdy kolem přijímaného vysílače. Závadu odstraníme snížením velikosti odporu R_1 až na 2000 Ω , nebo, což je ještě lepší, zvětšením velikosti tlumicího odporu, vestavěného v oscilátorové cívice z 300 Ω až na 1200 Ω . Jinak pomáhá též důkladné odstínění feritové antény podélně uloženým stínícím plechem, díl 16 –



Obr. 59. Úchytný šroub zadní desky – díl 11



Obr. 60. Pohled (zleva doprava) na díl 13, 14, 12, 11 a 15

viz obr. 45, který je přichycen jedním šroubkem M3 ke kostře ladicího kondenzátoru a tak uzemněn. V neposlední řadě pomůže i důkladná neutralizace posledního mf stupně, přičemž velikost neutralizačního kondenzátoru se bude zpravidla pohybovat řádově v jednotkách pF (asi 5 až 10 pF). Blíže nalezne zájemce v [2].

b) Stálé oscilace v okolí všech zachycených vysílačů, přecházející v souvislý silný šum. Tento zjev je způsoben příliš velkým neutralizačním kondenzátorem C_N , čímž vzniká kladná zpětná vazba, způsobující hvizdy a šum.

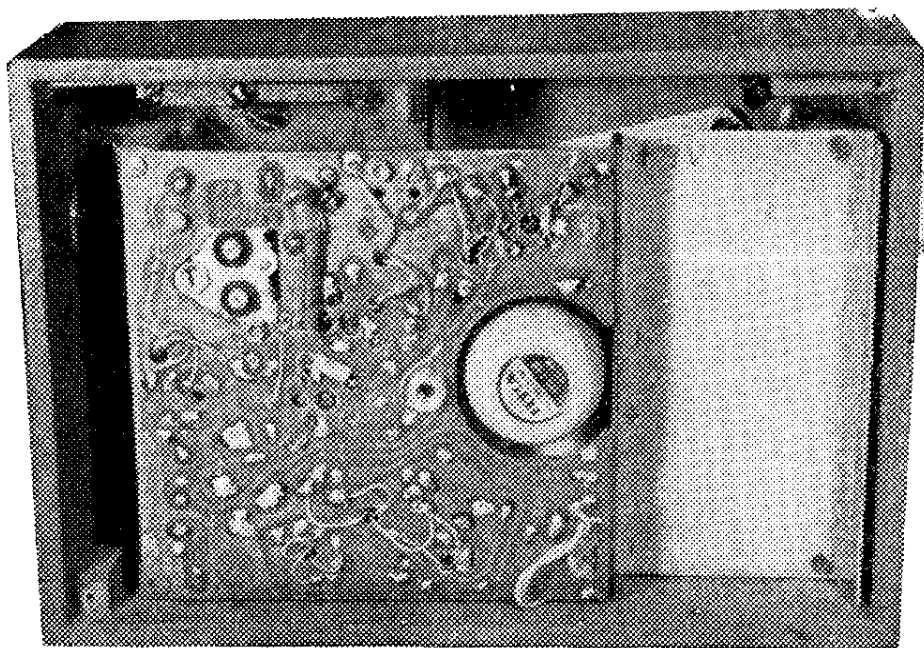
c) Další závadou, která se může vyskytnout, je zkreslení v nízkofrekvenční části při reprodukci silnějších signálů. Projevuje se značným zkreslením (přesahujícím 10 %) při hlasité reprodukci. Zkreslení je způsobeno nesymetrickým nastavením předpětí obou koncových

tranzistorů T_6 a T_7 proti společnému emitorovému bodu (u kondenzátoru C_{11} na obr. 36.) Tuto závadu odstraníme velmi jednoduchým způsobem a sice tak, že místo odporu R_{14} použijeme proměnný potenciometrový trimr o velikosti 320 k Ω , jehož velikost měníme tak dlouho, až přednes hlasitého signálu je bez zkreslení. Předepsaná hodnota 180 k Ω vyhoví pro dvojici typu 102NU71 a 0C76. V případě použití jiných tranzistorů (101NU71 0C72 apod.) popřípadě týchž, avšak s odlišnými zesilovacími činiteli h_{21e} vyhověla velikost 100 k Ω .

III.26 Seznam součástek

Odporů:

R_1 – 5k6/0,25 W	TR 101 nebo TR 114
R_2 – 47k/0,25 W	TR 101 nebo TR 114
R_3 – 2k2/0,25 W	TR 101 nebo TR 114



Obr. 61. Pohled na přijímač po sejmutí zadní desky

R_4	– 15k/0,25 W	TR 101 nebo TR 114
R_5	– M39/0,25 W	TR 101 nebo TR 114
R_6	– 3k3/0,25 W	TR 101 nebo TR 114
R_7	– 1M5/0,25 W	TR 101 nebo TR 114
R_8	– 1k2/0,25 W	TR 101 nebo TR 114
R_9	– 330/0,25 W	TR 101 nebo TR 114
R_{10}	– M39/0,25 W	TR 101 nebo TR 114
R_{11}	– 3k3/0,25 W	TR 101 nebo TR 114
R_{12}	– 40/0,25 W	TR 101 nebo TR 114
R_{13}	– 2k7/0,25 W	TR 101 nebo TR 114
R_{14}	– M18/0,25 W	TR 101 nebo TR 114
R_{15}	– 33/0,25 W	TR 101 nebo TR 114
R_{16}	– 1k2/0,25 W	TR 101 nebo TR 114

Kondenzátory:

C_1	– 15k/160 V	TC 161
C_2	– 15k/160 V	TC 161
C_3	– 20M/12 V	TC 903
C_4	– 5M/6 V	TC 902
C_5	– 15k/160 V	TC 161
C_6	– 15/100 V	TC 281
C_7	– 6k8/160 V	TC 161
C_8	– 10k/160 V	TC 161
C_9	– 5M/6 V	TC 902
C_{10}	– 5M/6 V	TC 902
C_{11}	– 200/6 V	TC 902
C_{12}	– 100/12 V	TC 903
C_N	– 12/100 V (nutno	

vyzkoušet) TC 281

$C_L, C_L' - 176 + 12/90 + 12$
ladičí 2PN 70509

Pozn.: pokud se týká ladičího kondenzátoru, je to typ, jenž je použit v tranzistorovém přijímači Doris, či T 60. Při použití jiného typu by bylo nutné použít jinou vstupní i oscilátorovou cívku, mělo by být dosaženo uspokojivého souběhu, nemluvě o změnách spojového obrazce a o rozdělení součástí na nosné desce.

Potenciometr – 10k/G s vypínačem TP 281

Mezifrekvenční transformátory:

MF1 – 2 ks MFTR 11, Jiskra-Pardubice
MF2 – 1 ks MFTR 20, Jiskra-Pardubice
a 3 ks kondenzátor 50/100 V, TC 281

Cívky:

Vstupní L_1 – 96 záv $\varnothing 5 \times 0,05$ mm.
CuLH s odbočkou na 6.
závitu (L_2) typ 2 PF 600 21
přivinuta anténní cívka L_3 – 4 záv $\varnothing 0,2$ mm
CuLH na druhém konci feritu

oscilátorová L_4 – 190 záv lanka
 $5 \times 0,05$ mm CuLHs odboč-
kou na 10. závitu, vi-
nuto na botičkové kostře
o $\varnothing 5$ mm, šířka vinutí
9 mm – s feritovým dolado-
vacím jádrem M4 jemný.
Typ 2PK 585 97

vazební vinutí L_5 – 25 záv $\varnothing 0,2$ mm
CuLH, vinuto na L_4 . (In-
dukčnost 0,27 mH při
 $C = 100$ pF a $f = 0,95$ MHz)

Reproduktor – Tesla Valašské Meziříčí
ARE 489, $Z_k = 4 \Omega$

Výstupní transformátor – VT 39 (družstvo
Jiskra, Pardubice), *pozn.:* obě poloviny
primárního vinutí jsou zapojeny paralel-
ně!

Feritová anténa – typ 2PA 80504 – plochá

Tranzistory:

T_1 – 156NU70, $T_{2,3}$ – 152NU70 (155NU70),
 T_4 – 107NU70 (102NU71), T_5 – 102NU71,
 T_6 – 102NU71, T_7 – 0C76

Dioda – 2NN41 (1NN41) (hrotová)

L i t e r a t u r a :

[1] Drábek, J. inž.: Opravy tranzistoro-
vých přijímačů, SNTL 1962, Praha

[2] Hyan, J. T. inž.: Měření a sladování
amatérských přijímačů, SNTL 1964,
Praha

[3] Škoda, Z. d.: S tranzistorem a baterií,
Mladá Fronta 1963, Praha

[4] Čermák, J. inž.: Tranzistory v radio-
amatérské praxi, SNTL 1960, Praha

[5] Hyan, J. T. inž.: Konstrukce minia-
turního duálu, AR 4/1962, str. 100 – 104

[6] Diefenbach, W. W.: Příručka pro
opravy přijímačů, SNTL 1962, Praha

[7] Rieger, O.: Komplementär-Transis-
toren in Gegentakt Verstärken, Radio-
schau č. 3/1960

[8] Hyan, J. T. inž.: Bateriové přijíma-
če, Radiový konstruktér č. 3/1956

[9] Škoda, Z.: Jak a čím hledat závady
v přijímači, Radiový konstruktér č. 5/
1956

Díl	Prvek	Ks		Rozměry (mm)	Poznámka
1	spojová deska KA640521	1	kuprexit	122 × 149 × 1,5	včetně desky sběračů baterií (získá se odříznutím)
2	prodlužovací hřídel	1	ocel nebo mosaz	Ø 6/36	viz obr. 43
3	držák feritové antény	1	novotex, pertinax, novodur	34 × 18	viz obr. 42
4	držák baterií	1	dural. plech	121 × 112 × 1	viz obr. 40
5	šrouby M2	8	ocel	dl. 4 mm	(s matičkami)
6	šrouby M3	6	ocel	dl. 4 mm	(s matičkami)
7	šrouby M3	4	ocel	dl. 10 mm	(s matičkami)
8	ladicí knoflík	1	plexit	Ø 61/18	viz obr. 55
9	knoflík regulátoru hlasitosti a vypínač	1	plexit	Ø 26/18	viz obr. 55
10	stupnice	1	papír		viz obr. 48, fotografie zmenšená na Ø 61 mm, přilepená zezadu na knoflík Kanagomem
11	šroub zadní desky M5	1	mosaz	Ø 17/13	viz obr. 59
12	nýtovací příchytka M5	1	hliník	Ø 10/7	viz obr. 58
13	šroub držáku M6	2	hliník	Ø 22/12	viz obr. 53
14	lůžko držáku	2	hliník	Ø 20/7	viz obr. 52
15	anténní zdířka	1	mosaz	Ø 6/16	viz obr. 46
16	stínicí plech	1	hliník	39 × 35 × 1	viz obr. 45
17	zadní stěna skříňky	1	pertinax	216 × 143 × 2	viz obr. 57

[10] Systematische Fehlersuche in Transistor-Geräten, Radioschau č. 7/1961, str. 246—247

[11] Tuček, Z. inž.: Sladování superhetů, SNTL 1956, Praha

[12] Sedláček, J.: Amatérská radiotechnika I, Naše vojsko 1954, Praha

[13] Empfindlichkeitsbestimmung an Rundfunkempfängern mit Ferritantenne, Radioschau č. 4/1959, str. 142

[14] Navrátil, J. inž.: Návrh vf a mf tranzistorových zesilovačů, AR 4/1961, str. 97—99

[15] Pacák, M. inž.: Vyvažování cívek

a kondenzátorů běžnými přístroji, Radioamatér č. 4/1948, str. 102—103

[16] Paz, H. L.: Low-distortion transistor amplifier, Electronics 37/1959, str. 118

[17] Hyan, J. T. inž.: Přenosný superhet s pěti tranzistory, AR 7/1963, str. 191 až 194

[18] Novák, K. – Kozler, J.: Amatérské součástky a stavba tranzistorových přijímačů, SNTL 1963, Praha

[19] Budínský, J. inž.: Nízkofrekvenční tranzistorové zesilovače, II. vyd., SNTL 1961, Praha

[20] Technický popis sovětského přijímače Něva

[21] Navrátil, J. inž.: Soustředěná selektivita, AR 5/1962, str. 138—141

[22] Hyan, J. T. inž.: Kapesní tranzistorový přijímač, AR 3/1961, str. 68

[23] Horna, O. inž.: Zajímavá zapojení s tranzistory, Sdělovací technika 4/1960

[24] Hyan, J. T. inž.: Úpravy kabelového přijímače, AR 10/1963, str. 283—285

[25] Gliwa, W. – Rössler, K. H.: Ein japanischer Transistor-empfänger für Mittelwellen, Radio und Fernsehen 23/1963, str. 721

[26] Hyan, J. T. inž.: Tranzistorový přijímač, AR 11/1962, str. 311—314

[27] Schlénzig, K.: Bauanleitung für einen Taschenempfänger mit L-Abstimmung, Radio und Fernsehen č. 16/1963, str. 505—507

[28] Transistorempfänger mit wenig Material und grosser Lautstärke, Funkamateureur 1962 (Sonderausgabe), str. 7—8

[29] Jauch, R.: Bauanleitung für einen Transistorempfänger, Funkamateureur 1962 (Sonderausgabe), str. 33—34

MINIATURNÍ ZÁSObNÍK

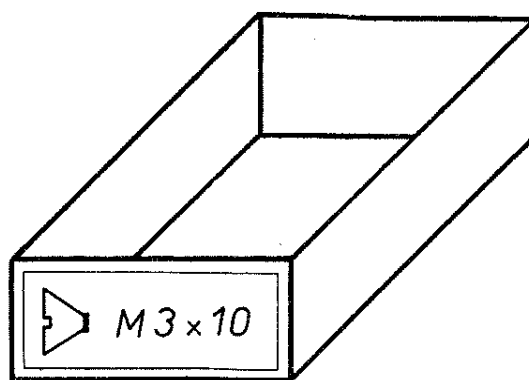
J. Hájek

Pokročilá doba miniaturizace klade své nároky i v amatérských podmínkách na vhodné a přehledné uložení miniaturních a subminiaturních součástek, které se při obvyklém pohození do zásuvky snadno poškodí nebo vzhledem ke své velikosti poztrácejí. Hledání součástí či šroubků ve „směsi“ je časově náročné a ne vždy se najde to, co se původně hledá.

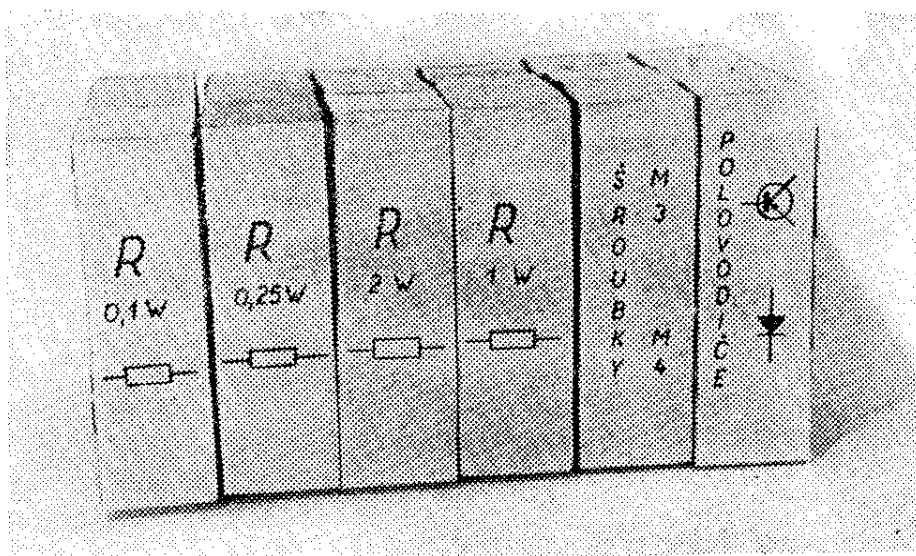
Výhodně lze součásti uložit do obyčejných krabiček od zápalek, sestavených a slepených v miniaturní „regály“. Je to sada krabiček (např. 50 kusů, tj. 5 kusů vedle sebe na plocho, 10 kusů nad sebe), ve kterých jsou součástky dostatečně chráněny před poškozením, před prachem a znečištěním a přesto jsou roztrženy a snadno k nalezení. Počet krabiček, tvar a velikost zásobníku se řídí účelem použití a velikostí místa v polici či v zásuvce.

Do krabiček lze uložit šroubky, maticky, hřebíčky, pájecí očka, pojistky, diody, tranzistory, termistory, žárovečky normální i telefonní, odpory, kondenzátory atd.

Pro odpory a kondenzátory je možno použít některé z řad (nebo: 10, 12,5, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 64, 80), což nám při počtu 50 kusů krabiček překryje oblast odporů od 10 Ω do 1 M Ω . Pro různá zatížení odporů si zhotovíme jednotlivé sady krabiček. Přestože se krabička od zápalek zdá poměrně malou, vejdou se do ní 3 až 4 kusy dvouwattových odporů TR 104, 6 ÷ 8 kusů 1 W = TR 103, 16 kusů 0,5 W = TR 102, o odporech 0,25, 0,1 a 0,05 W ani nemluvě. S kondenzáto-



Obr. 1. Pohled na štítek vysouvací části krabičky od zápalek



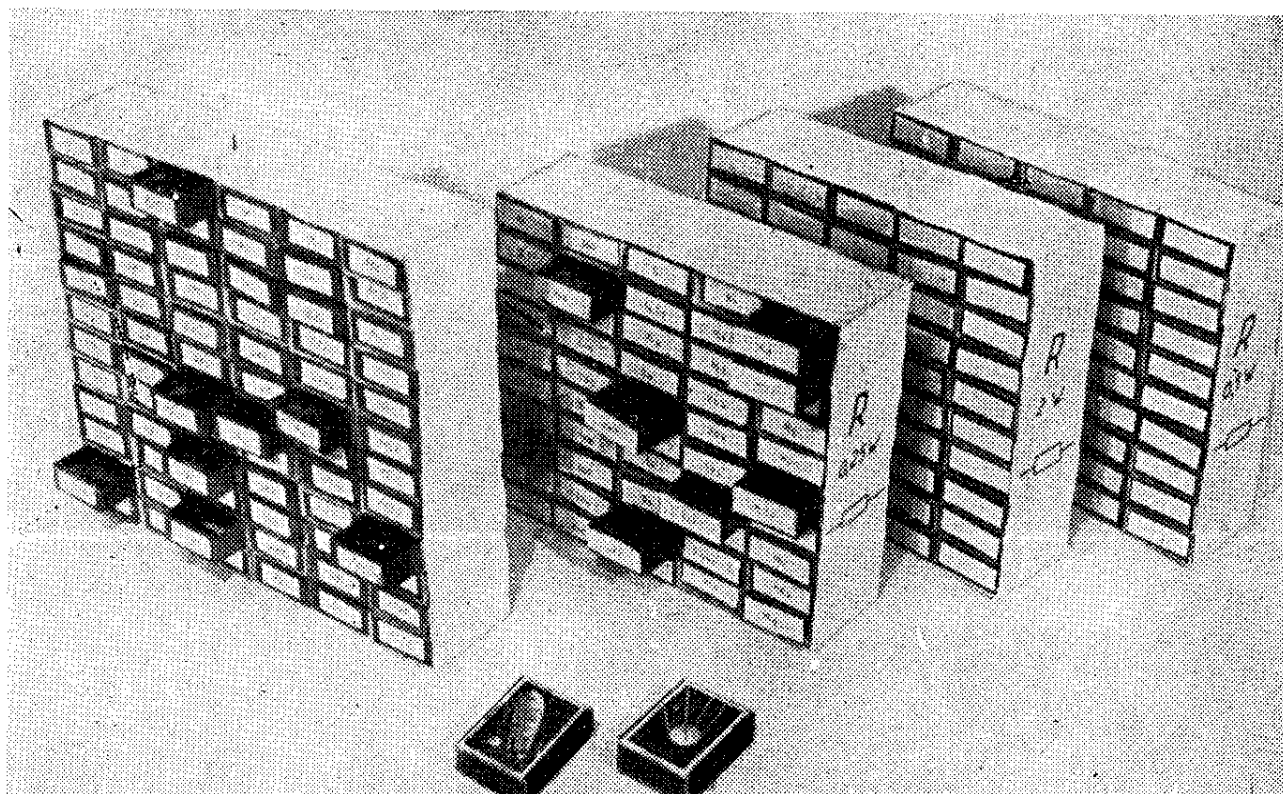
Obr. 2. Soubor zásobníků pro nej-různější součásti, každý je vytvořen slepením 50 krabiček od zápalek

ry je to obdobné (např. TC 153 – 3 kusy).

Přední stěny krabiček potřeme řídkým teplým kličem a asi po minutovém oschnutí na ně přilepíme bílé kartonky o rozměrech 33×11 mm, na které pak ve zkratce píšeme, co zásuvka obsahuje.

Zapojíme-li do sběru a úpravy krabiček od zápalek děti, budeme mít vbrzku vybudovány velmi hezké zásobníky na drobné součásti.

Nakonec rozměry krabičky od zápalek: $52 \times 38 \times 16$ mm, rozměry zásobníku (50 kusů): $190 \times 170 \times 52$ mm.



Obr. 3. Celkový pohled na několik zásobníků. V popředí je větší zásobník, složený ze 72 krabiček

VYSOKOKAPACITNÍ KONDENZÁTORY V TRANZISTOROVÝCH PŘÍSTROJÍCH

Jaroslav Tesař

Při vývoji tranzistorových zesilovačů pro analogové počítače se ukázalo, že elektrolytické kondenzátory, užívané jako vazební a blokové prvky, podstatně zvyšují kolísání nuly, t. zv. drift. Projevují se u nich zejména tyto závislosti: tak zvané formování kondenzátorů, ke kterému dochází při zapnutí zařízení a to zvláště tehdy, bylo-li před tím delší doba mimo provoz. Při zapnutí má kondenzátor několikanásobně vyšší zbytkový proud než v ustáleném stavu, kterého je dosaženo během první hodiny provozu.

Zbytkový proud kondenzátoru je závislý na přiloženém napětí.

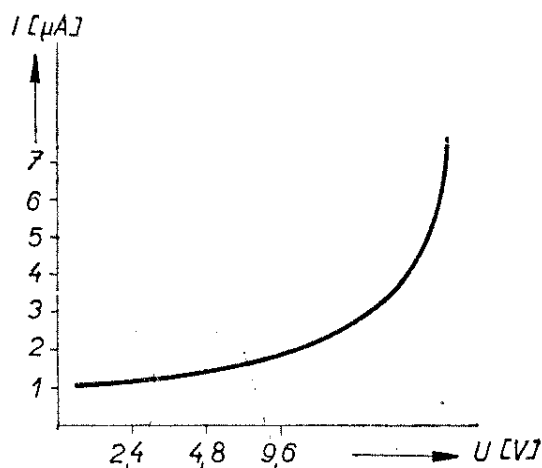
Kapacita kondenzátoru je rovněž závislá na přiloženém napětí. Typická závislost zbytkového proudu na přiloženém napětí je na obr. 1. Měřen byl kondenzátor TC904 100 μF s dovoleným provozním napětím 30 V (obr. 1). Na dalším obr. 2. je naměřená závislost kapacity tohoto kondenzátoru na napětí. I když je naměřený zbytkový proud menší, než připouštějí technické podmínky, je srovnatelný s proudem báze nízkovýkonových tranzistorů a může tak podstatně a zcela nekontrolovatelně ovlivnit polohu jejich

pracovních bodů. To se projeví změnou dynamiky zesilovače v závislosti na napěťových poměrech v obvodech a zkreslením signálu. Časová nestabilita se pak projeví jako drift. V náročnějších zařízeních se projeví napěťová závislost kapacity, která ovlivní jejich frekvenční vlastnosti.

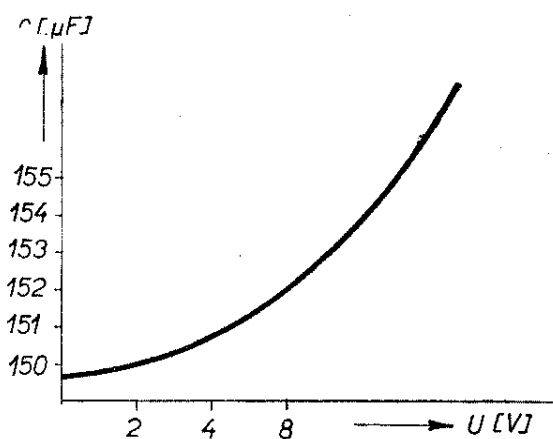
Poněvadž nejistá hodnota zbytkového proudu znehodnocuje vlastnosti zařízení, byly pokusně zavedeny vzorky keramických kondenzátorů z hmoty Permittit 10 000 o kapacitě 1 μF . Jejich svodový odpor byl určen ze vztahu:

$$R_p = \frac{t}{2,3 \cdot C \cdot \log \frac{q_0}{q_t}}$$

kde q_0 je výchylka mikroampérmetru při vybití právě nabitého kondenzátoru o kapacitě C a q_t je výchylka při vybití tohoto kondenzátoru, nabitého před časem t . Tento svodový odpor se pohyboval kolem 1000 M Ω , čemuž odpovídá při napětí 10 V zbytkový proud řádu 10^{-8} A. Tento proud, ani jeho případné kolísání, se v obvodech s germaniovými tranzistory prakticky neprojevuje.



Obr. 1. Závislost zbytkového proudu elektrolytického kondenzátoru na přiloženém napětí



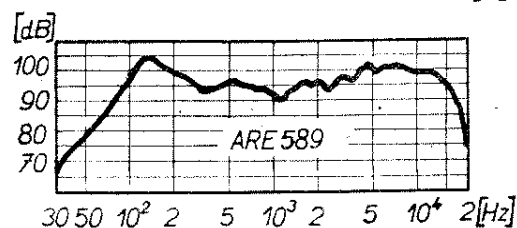
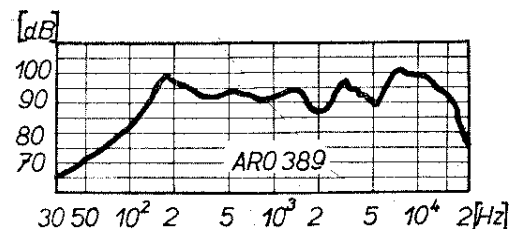
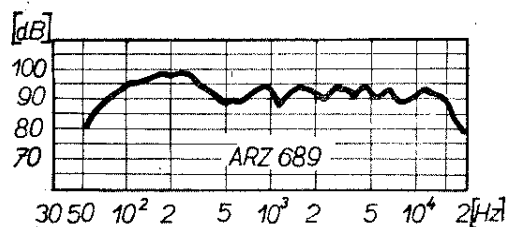
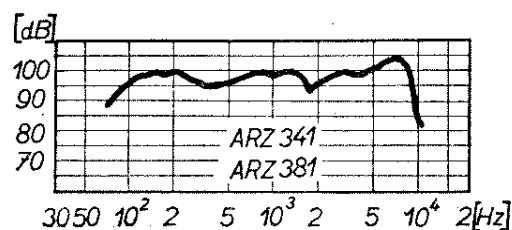
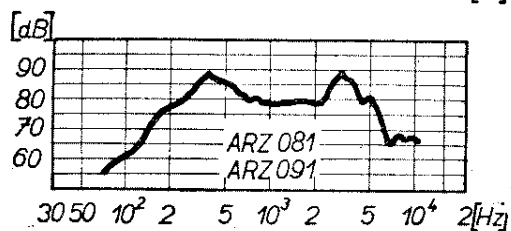
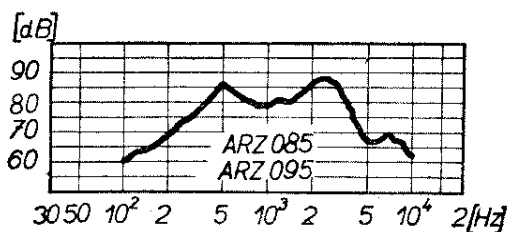
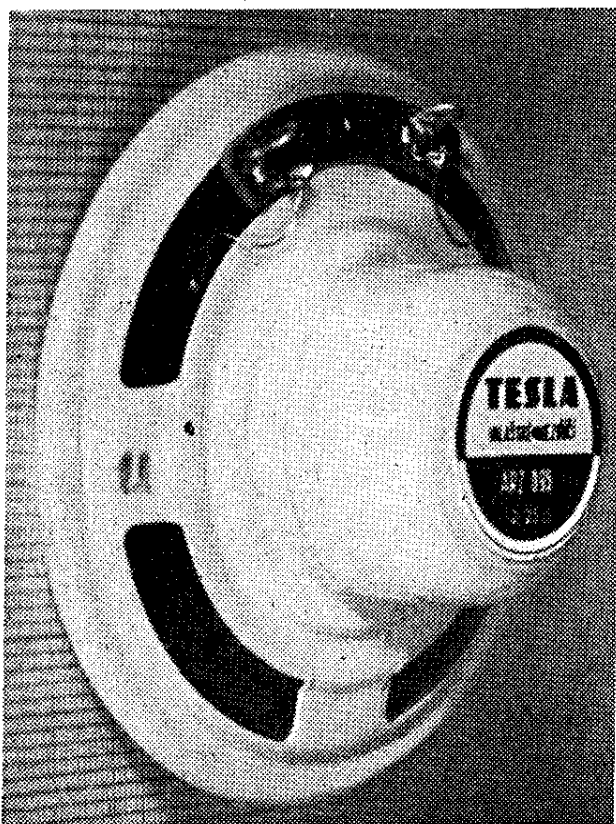
Obr. 2. Závislost kapacity elektrolytického kondenzátoru na napětí

REPRODUKTORY TESLA

(ke straně II obálky)

Uvádíme údaje reproduktorů Tesla, vhodných pro přenosné a malé stolní přijímače. Některé z nich jsou používány v tranzistorových přijímačích Tesla. Jsou to: ARZ 085 v přijímači Zuzana, ARZ 341 v přijímači Akcent, ARZ 381 v přijímači T 61, ARZ 689 v přijímači Luník, ARO 389 v přijímači T 58.

Křivky kmitočtových průběhů byly měřeny na standardní ozvučnici, vzdálenost mezi měrným mikrofonom a reproduktorem 0,5 m, s příkonem: typy ARZ 085, ARZ 095, ARZ 081, ARZ 091 = 0,125 VA, ostatní typy = 1 VA.



RADIOVÝ KONSTRUKTÉR

- časopis Svazarmu, vychází dvouměsíčně. Vydává Vydavatelství časopisů MNO, Praha 1, Vladislavova 26, tel. 234 355-7 ● Hlavní redaktor: František Smolík ● Redakční rada: K. Bartoš, J. Černý, inž. J. Čermák, K. Donát, O. Filka, A. Hálek, inž. M. Havlíček, V. Hes, inž. J. T. Hyan, K. Krbec, A. Lavante, inž. J. Navrátil, V. Nedvěd, inž. J. Nováková, inž. O. Petráček, K. Pytner, J. Sedláček, J. Vetešík, L. Zýka ● Redakce Praha 2, Lublaňská 57, telefon 223 630 ● Ročně vyjde 6 čísel. Cena výtisku 3,50 Kčs, pololetní předplatné 10,50 Kčs, roční předplatné 21,- Kčs ● Rozšiřuje Poštovní novinová služba, v jednotkách ozbrojených sil VČ MNO - administrace, Praha 1, Vladislavova 26. Objednávky přijímá každý poštovní úřad a doručovatel ● Dohlédací pošta Praha 07 ● Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS - vývoz tisku, Jindřišská 14, Praha 1. Tiskne Naše vojsko, závod 01, Na Valech 1, Praha 6, Dejvice ● Za původnost příspěvků ručí autor. Redakce rukopis vrátí, bude-li vyžádán a bude-li připojena frankovaná obálka se zpětnou adresou ● Toto číslo vyšlo 20. února 1965.

A-20*51052

© Vydavatelství časopisů MNO Praha

Typ	Max. příkon (VA)	Impedance (Ω)	Rezonanční kmitočet (Hz)	Kmitočtový rozsah (Hz)	Charakte- ristická citlivost (dB)	Sycení v mřížce (Gauss)	Rozměry (mm)	Výška (mm)	Otvor v ozvučnici (mm)	Váha (kg)
ARZ 085 ARZ 095	0,25	8 25	500	400—4500	85	7000	\varnothing 50	20	\varnothing 40	0,043
ARZ 081 ARZ 091	0,25	8 25	390	350—5000	84	7000	\varnothing 65	21,5	\varnothing 48	0,045
ARZ 341 ARZ 381	1,5	25 4	170	150—8000	89	9000	\varnothing 117	45	\varnothing 100	0,33
ARZ 689	2	4	105	95—15 000	84	7500	280×80	69	243×50	0,23
ARO 389	1,5	4	170	150—16 000	85	7500	\varnothing 100	52	\varnothing 84	0,18
ARE 589	3	4	95	80—15 000	85	7500	205×130	66	188×113	0,23

SOVĚTSKÝ PŘIJÍMAČ „SOKOL“

Přinášíme ukázkou zapojení továrního tranzistorového přijímače na střední a dlouhé vlny. Jedná se o sovětský přijímač Sokol se sedmi tranzistory a obvodem několikanásobné soustředěné selektivity na prvním mf stupni. Právě tento obvod přidává přijímači zvláštní hodnotu, o čemž se někteří šťastní majitelé mohli již sami přesvědčit. Citlivost a selektivita je výborná, ve dne jsme v místnostech redakce bez použití přídatné antény na tento přijímač zachytili 12 stanic ve srozumitelné síle (pokojové hlasitosti). Podle našich informací se uvažuje o dovozu tohoto přístroje.

Radioamatéři v SSSR si mohli tento přijímač sestavit ze součástek, které byly v připraveném úplném kompletu „v sáčku“ prodávány za 22 rub., tj. méně než za polovinu ceny přijímače. Tento přijímač dostal jiný název – Topaz-2 a v počtu 100 000 kusů byl vydán v knihovně Massovaja radiobibliotěka jako 518. publikace popis a vyčerpávající návod k jeho sestavení, zkoušení a ladění. Z této publikace jsme také čerpali údaje, podle kterých si možná postavíte svůj dokonalý tranzistorový přijímač, zřejmě o poznání lepší, nežli Zuzana – výrobek naší Tesly s jednoduchými obvody v mezikrevenci.

Cívka	Číslo vývodu	Vinout drátem	Počet záv.	Odpor (Ω)	Indukčnost (μH)	Činitel jakosti Q
anténní	1,2	CuLH 10 × 0,07	13	0,5	} 370	150
	3,4	CuLH 10 × 0,07	51	2		
	5,6	CuLH 0,12	5	—		
směšovače	1,2	CuL 0,18	410	37	600	150
	2,3	CuL 0,1	107	3,5	—	
	4,5	CuL 0,05	30	4,5	7	
oscilátoru SV	1,2	CuL 5 × 0,06	93	2,5	240	120
	3,4	CuL 0,14	2	—	—	
	4,5	CuL 0,14	4,5	—	—	
oscilátoru DV	1,2	CuL 5 × 0,05	141	6,7	500	120
	3,4	CuL 0,14	2,5	—	—	
	4,5	CuL 0,14	5,5	—	—	
MF I	1,2	CuL 6 × 0,05	99	2	240	130
	3,4	CuL 0,08	20	1,5	—	
	1,2	CuL 6 × 0,05	99	2	240	
	1,2	CuL 6 × 0,05	10	0,2	—	
	2,3	CuL 6 × 0,05	89	1,8	240	
MF II	1,2	CuL 0,08	50	2,9	} 690	80
	2,3	CuL 0,08	110	5,1		
	4,5	CuL 0,08	110	5,1	400	

Poznámky:

- Všechny vf cívky jsou vinuty na feritových miniaturních jádérkách, proto při experimentování budou rozhodující hodnoty indukčnosti a Q.
- Ladící kondenzátor má hodnotu $2 \times 5 \div 240$ pF. Trimr paralelně sekci, zapojené na vstupu, je $1,5 \div 20$ pF. Oscilátorové cívky jsou překlenuty trimry $1,5 \div 20$ pF, hodnoty ve schématu 43 a 10 se vztahují k pevným kondenzátorům, připojeným paralelně.
- Nabíječ NiCd akumulátoru se může napájet ze sítě 120 V (odpor 3,9 kΩ je přemostěn kontakty vypínače), nebo 220 V (kontakty rozpojeny).

